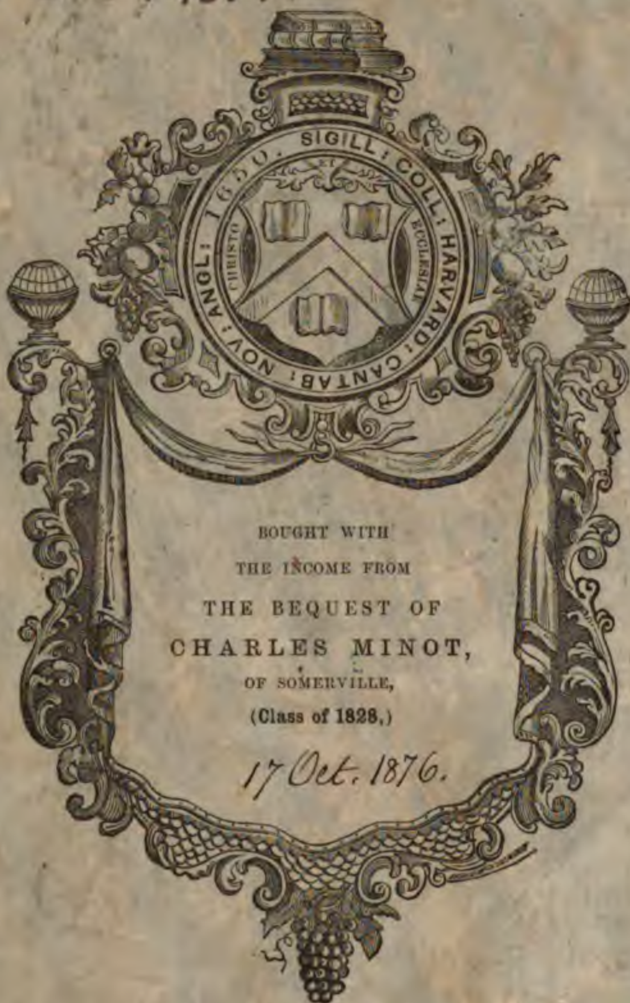

SIGILL: COLL: HARVARD: CANTAB: NOV: ANGL: 1650.
CHRISTO ET ECCLESIAE



ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE
CELLULAIRES

PRINCIPAUX TRAVAUX DU MÊME AUTEUR

CHEZ LES MÊMES LIBRAIRES

Traité du microscope, son mode d'emploi, ses applications à l'étude des injections, à l'anatomie humaine et comparée, à la pathologie médico-chirurgicale, à l'histoire naturelle animale et végétale et à l'économie agricole. Paris, 1871, in-8, avec 371 figures intercalées dans le texte et 3 planches gravées.

Programme du cours d'histologie professé à la Faculté de médecine, 2e édition revue et développée. Paris, 1870, in-8, 416 pages.

Tableaux d'anatomie comprenant l'exposé de toutes les parties à étudier dans l'organisme de l'homme et dans celui des animaux. Paris, 1851, in-4, 18 tableaux.

Histoire naturelle des végétaux parasites qui croissent sur l'homme et sur les animaux vivants. Paris, 1855, 1 vol. in-8 de 700 pages, accompagné d'un atlas de 15 planches, dessinées d'après nature, gravées, en partie coloriées.

Traité de chimie anatomique et physiologique normale et pathologique, ou des Principes immédiats normaux et morbides qui constituent le corps de l'homme et des mammifères, en collaboration avec F. Verdeil. Paris, 1853, 3 vol. in-8, accompagnés d'un atlas de 45 planches dessinées d'après nature, gravées, en partie coloriées.

Leçons sur les humeurs normales et morbides du corps de l'homme, professées à la Faculté de médecine de Paris. 2e édition. Paris, 1874, in-8, 848 pages avec figures intercalées dans le texte.

Mémoire sur les objets qui peuvent être conservés en préparations microscopiques transparentes et opaques, classées d'après les divisions naturelles des trois règnes de la nature. Paris, 1856, in-8, 64 pages avec figures.

Mémoire contenant la description anatomo-pathologique des diverses espèces de cataractes capsulaires et lenticulaires. Paris, 1859, in-4 de 62 pages.

Mémoire sur les modifications de la muqueuse utérine pendant et après la grossesse. Paris, 1861, in-4, avec 5 planches lithographiées.

Mémoire sur l'évolution de la notocorde, des cavités, des disques intervertébraux et de leur contenu gélatineux. Paris, 1868, in-4, 212 p. avec 12 pl.

Dictionnaire de médecine, de chirurgie, de pharmacie, de l'art vétérinaire et des sciences qui s'y rapportent. *Treizième édition*, entièrement refondue par É. Littré, de l'Institut de France et de l'Académie de médecine, et Ch. Robin. Ouvrage contenant la synonymie latine, grecque, allemande, anglaise, italienne et espagnole, et le glossaire de ces diverses langues. Paris, 1873, 1 vol. gr. in-8 de 1836 pages à deux colonnes, avec 562 figures dans le texte.

Journal de l'anatomie et de la physiologie normales et pathologiques de l'homme et des animaux, publié par Ch. Robin, commencé en 1864. Parait tous les deux mois par livraisons de 7 feuilles avec planches.

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE

CELLULAIRES

OU

DES CELLULES ANIMALES ET VÉGÉTALES
DU PROTOPLASMA
ET DES ÉLÉMENTS NORMAUX ET PATHOLOGIQUES
QUI EN DÉRIVENT

PAR

CH. ROBIN

MEMBRE DE L'INSTITUT (ACADÉMIE DES SCIENCES)
ET DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
PROFESSEUR D'HISTOLOGIE A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS, ETC.

Avec 83 figures intercalées dans le texte

PARIS
LIBRAIRIE J. B. BAILLIÈRE ET FILS
Rue Hautefeuille, 19, près le boulevard Saint-Germain.

LONDRES	MADRID
Hippolyte Baillière	C. Bailly-Baillière.

1873

TABLE DES MATIÈRES

TROISIÈME PARTIE

PREMIÈRE SECTION

DEUXIÈME SECTION

TROISIÈME SECTION

QUATRIÈME PARTIE

ERRATA

Page 33. L'explication de la fig. 1 est donnée comme celle de la fig. 2, et *vice versa.*

Page 3, ligne 19, *au lieu de* fig. 71, *lisez* fig. 72.

Page 459, *au lieu de* art. IV, *lisez* art. III.

Page 466, *au lieu de* art. V, *lisez* art. IV.

Page 520, ligne 11, *au lieu de* ne saurait par conséquent être assimilé, *lisez* ne sauraient par conséquent être assimilés.

Page 601, avant dernière ligne, *au lieu de* Les mots, *lisez* Le mot.

Page 634, ligne 5, *au lieu de* arrangements réciproques des objets, *lisez*, arrangements réciproques de ces objets.

INTRODUCTION

Ce livre a pour but principal de faire connaître, d'après mes recherches propres reliées à celles des autres histologistes, où, quand et comment ont lieu : 1° la naissance, 2° la reproduction des éléments anatomiques de l'homme et des autres vertébrés. Il a de plus pour objet de décrire les modifications évolutives qui amènent ces parties constituantes élémentaires de l'état embryonnaire à ce qu'elles sont dans les périodes adultes, séniles et morbides de leur existence.

Mais, en dehors des actes probatoires et des nécessités professionnelles de chaque jour, il est impossible au médecin digne de ce nom de borner ses vues au seul examen des faits. Il ne peut échapper à l'obligation de les comparer et de les coordonner. Il n'est pas libre de repousser les inévitables inductions qui le conduisent au sein des questions sociales par l'hygiène, aussi bien qu'au milieu des problèmes psychologiques les plus élevés par l'étude du délire durant les fièvres et des si nombreuses perturbations intellectuelles et morales qui sont une manifestation des lésions intimes du cerveau ou de sa circulation. Aussi, par ce fait seul que ce livre traite de ce qu'il y a de plus élémentaire dans l'anatomie générale, il aborde ce qui domine les phénomènes normaux et morbides complexes qui sont l'expression commune d'un grand nombre des plus simples. De là vient que, sans sortir du cadre qui vient d'être tracé, il est indispensable que je dise quels sont les résultats généraux auxquels conduisent les observations qu'il résume.

I

Les ovules naissent dans les plantes et les animaux, et l'homme ne fait ici aucune exception, d'une manière analogue à ce qui a lieu pour la naissance de beaucoup de cellules, telles que, par exemple, les cellules nerveuses cérébro-spinales. Il s'en produit dans les mammifères des milliers de plus qu'il ne s'en détache de l'ovaire pendant toute la durée de la vie. Beaucoup, pendant le cours de l'existence, se détruisent après leur chute, par suite d'accidents les plus divers, faute d'avoir rencontré dans leur migration naturelle les conditions voulues pour la fécondation, ou même après les avoir rencontrées.

Sur les êtres qui meurent de vieillesse, on voit les ovules nombreux, qui n'ont pas participé à cette évolution et qui restent dans l'ovaire, s'atrophier jusqu'à disparition complète, au même titre que d'autres éléments de l'ovaire, en bien plus grand nombre souvent qu'il ne s'en est détaché et surtout qu'il n'y en a eu de fécondés. Sous ces divers rapports, plus encore chez l'homme que sur les autres êtres, les ovules ne se comportent pas autrement que ne le font les épithéliums qui les accompagnent ou ceux de la plupart des muqueuses. Ils ne jouissent, à ces divers égards, d'aucune faveur spéciale devant les conduire plus sûrement que les autres à une fin déterminée; ils sont soumis à toutes les chances de destruction que présentent la plupart des éléments, comme à toutes les conditions habituelles d'existence de ceux-ci. Jusque-là il est manifestement impossible de leur reconnaître *en puissance* quoi que ce soit qui les distingue des autres, en dehors de leur structure, de leurs réactions, de la lenteur ou de la rapidité de leur développement dans telle ou telle condition de circulation, etc...

L'ovule n'a ici d'autre puissance que la possibilité d'arriver à maturité si nul accident ne vient entraver son évolution. La maturité de l'ovule est caractérisée par la disparition spontanée de son noyau alors devenu vésiculeux, et dit vésicule germinative, accompagnée de changements moléculaires appréciables, très-évidents chez certains animaux, tels que les

poissons. Alors, seulement, il est devenu apte à être fécondé; tant que cette vésicule persiste, la pénétration des spermatozoïdes reste inefficace, l'imprégnation du vitellus par eux, qui caractérise la fécondation, n'a pas lieu, et alors nul des phénomènes consécutifs à la disparition de cette vésicule et à la pénétration des spermatozoïdes ne survient.

Si la fécondation a eu lieu, le vitellus a, par ce fait, acquis la propriété de présenter une succession de changements moléculaires intimes, mais rien de plus. Ces modifications, indiquées dans ce livre, sont saisissables aisément sur tous les animaux; on les observe aussi nettement sur les mammifères et les autres vertébrés que sur les mollusques et les annélides. Pendant leur durée, qui est de plusieurs heures, on peut les faire cesser par une pression plus ou moins forte ou par d'autres actions physiques qui ne changent rien d'autre part à la constitution du vitellus. Or, quand on les suspend ainsi trop longtemps, on les fait cesser complétement, toute puissance pour des phénomènes évolutifs ultérieurs est perdue pour l'ovule, sans que son aspect soit modifié.

Si, au contraire, on laisse ces phénomènes s'accomplir naturellement, et quand ils sont achevés, les conditions dans lesquelles se trouve le vitellus comparativement à ce qu'il était sont changées, ce que révèlent sur beaucoup d'espèces les dispositions nouvelles que présentent dans son intérieur les granulations et les gouttes d'huile qui concourent à le constituer. Il est devenu apte à la production des *globules polaires* et du *noyau vitellin* dont l'apparition précède immédiatement la segmentation. Or, ici encore, que l'on vienne à entraver ou à empêcher expérimentalement en quelque point le développement de ces parties et la segmentation du vitellus, dont l'accomplissement régulier conduit à la formation du blastoderme n'aura pas lieu; ou bien, on la verra cesser avant son achèvement ou ne donner lieu qu'à la production de globes vitellins plus ou moins régulièrement entassés, mais ne se juxtaposant pas en membrane cellulaire, l'évolution se trouvera ainsi interrompue.

Si encore une fois, après la fécondation, ces globules et le noyau vitellin se sont formés normalement, le vitellus se trouve

ainsi placé dans des conditions anatomiques et physiologiques nouvelles qui sont celles du fractionnement régulier du vitellus, amenant son individualisation en cellules blastodermiques et le groupement de celles-ci en membranes ou couches de ce nom. Or, le vitellus n'a cette puissance qu'à la seule condition de l'accomplissement régulier des phénomènes évolutifs antécédents et bien que la membrane vitelline ne serve en aucune manière à la génération de l'embryon, bien que dans certaines espèces animales le vitellus en sorte avant de se diviser graduellement, sa rupture dans les autres espèces suffit pour enlever à ce dernier le pouvoir qu'il avait acquis, c'est-à-dire pour causer le ralentissement, l'irrégularité et bientôt la cessation de la segmentation commencée.

Quelle que soit l'entrave qui empêche l'achèvement complet de la segmentation du vitellus, elle enlève aussi toute possibilité à la formation du blastoderme ou au moins, suivant les espèces animales, à la formation de celle de ses portions dites *tache*, *aire* ou *bourrelet embryonnaire* dont dérivent médiatement ou immédiatement les organes définitifs du nouvel être. Toute déviation accidentelle de l'achèvement régulier de ce blastoderme par des troubles chimiques, physiques ou mécaniques apportés à la scission vitelline, etc., entraîne l'apparition d'un blastoderme anormal, simple ou divisé plus ou moins profondément sur une ou sur ses deux extrémités. Elle cause par suite ainsi le développement de monstres simples ou doubles; car la division peut aller jusqu'à la duplicité presque complète et même complète pouvant donner deux jumeaux à l'aide d'un seul vitellus (1), bien que dans tous les cas on peut constater que ce blastoderme dérive d'un œuf simple, à vitellus et à vésicule germinative uniques. Ce n'est plus alors un seul individu que le germe aurait représenté en puissance, mais deux ou un, plus une moitié ou un quart soit de la partie antérieure, soit de la partie postérieure d'un autre individu; et, on le sait, ces monstruosités se produisent aussi bien et au moins aussi souvent chez l'homme que sur les autres vertébrés, les poissons exceptés; car, en raison des circonstances artificielles exigées par l'étude

(1) Voy. Bruch, *Gazette médicale*. Paris, 1869, p. 337.

expérimentale de la fécondation de leurs œufs et de leur accroissement consécutif, ces cas tératologiques y sont bien plus nombreux que sur les autres animaux. Ce fait est d'autant plus important que l'on ne saurait ici invoquer l'intervention de l'influence de l'hérédité, comme on le peut chez l'homme où l'on voit certaines monstruosités se transmettre héréditairement comme toute autre particularité de l'organisation des générateurs. Jamais, en effet, en dehors des sociétés humaines déjà fort avancées, on ne voit un animal monstrueux se développer jusqu'à l'âge de la reproduction, les conditions anormales dans lesquelles il se trouve le mettant dans l'impossibilité d'éviter longtemps la voracité des carnivores.

La portion embryogène du blastoderme ne renferme donc nullement l'embryon, l'enfant ou l'homme en puissance ; elle ne contient rien au delà des conditions nécessaires à la génération des premiers organes embryonnaires. Or, chacun de ces organes devient, en apparaissant, la condition nécessaire pour la génération de l'autre; de telle sorte que si quelque circonstance dérange ou fait cesser la production et le développement du premier, le second ne se montre pas.

Mais par contre, le blastoderme présente des conditions qui sont, d'une manière tellement immédiate, celles qu'exige l'apparition du premier de ces organes, et celui-ci en fait autant pour la production du deuxième d'une manière tellement inévitable, et ainsi des autres, que chacun des lobes du blastoderme anormalement divisé donne naissance aux organes céphaliques ou aux organes de l'arrière du corps qui lui correspondent, dans le même ordre que dans les circonstances où l'évolution se fait régulièrement. On voit par là du même coup la raison pour laquelle il faut que les circonstances accidentelles qui entraînent la production des grandes monstruosités interviennent dès l'origine des phases de l'évolution pour qu'elles soient suivies d'effet, autrement les conditions d'existence de l'être sont suffisamment assurées par le développement pour qu'il résiste à ces circonstances; ou si elles agissent sur l'organe en particulier et lors de son apparition l'anomalie reste limitée à cet organe ou à la fois à lui et à ceux dont son apparition est la condition de formation et d'existence, sans

que l'évolution des autres parties soit sensiblement modifiée.

C'est de la sorte que se produisent originellement, par division et non par soudure les monstruosités doubles partielles ou plus ou moins complètes, avec développement égal ou non des deux moitiés.

C'est là ce qu'ont montré les observations embryogéniques souvent répétées par Coste, Valentin, Gerber, Lereboullet et autres savants, observations qui constamment sont venues contredire les hypothèses émises avant la constatation de ces faits.

Ainsi dès que dans la réunion des cellules qui dérivent directement du vitellus par scission et individualisation de sa substance en éléments anatomiques figurés, on voit celles-là se grouper de manière à donner plus de deux lobes à la tache ou bourrelet embryogène, on voit celui ou ceux de ces lobes qui sont anormaux être si fatalement le point de départ de la production d'organes semblables à ceux du lobe normal, soit antérieur, soit postérieur, auquel il est accidentellement surajouté, qu'en se plaçant au point de vue de la doctrine des causes finales, il faudrait admettre que le germe contient en puissance aussi rigoureusement le monstre que l'être le plus parfait.

Ajoutons que cette puissance est si faible qu'on peut voir des organes entiers ou même toute une portion du tronc, comme la tête, soit seule, soit avec l'arrière du corps en même temps, par exemple, se dissocier, cellule par cellule, après s'être formés; le reste de l'organisme n'en continue pas moins à se développer et produit ainsi des monstres hémiacéphales, acéphaliens ou anidiens. Cette destruction du corps de l'embryon peut même être complète sur les mammifères, et l'enveloppe choriale dérivée de la portion non embryogène du blastoderme continue néanmoins son évolution, sous la forme anormale dite de môle hydatiforme.

Lorsque quelque circonstance de ce genre entraîne ainsi la disparition de tel ou tel organe nouvellement apparu, dont pourtant l'absence est compatible avec la persistance de la vie, mais de la vie intra-utérine seulement, cette absence faisant évanouir les conditions nécessaires à la génération habituelle de l'organe qui normalement apparaît aussitôt après que le précédent est arrivé à un certain degré de développement,

celui-là ne se montre pas, non plus que tous ceux dont son apparition amenait l'épigenèse successive. C'est ainsi que chez les monstres peracéphaliens quand manquent les poumons et le cœur, on voit manquer le foie et les organes internes de la génération ou *vice versa*.

Le blastoderme, développé régulièrement ou non, ne contient donc rien autre chose, en puissance comme en fait, que les conditions nécessaires pour qu'ait lieu d'abord la génération du système cérébro-spinal de la notocorde, etc., sur les vertébrés, du tube digestif chez les invertébrés, et ainsi des autres, autant dans les plantes que dans les animaux. Mais la génération de tel ou tel de ces organes une fois accomplie, les conditions dans lesquelles était le germe se trouvent changées, sa puissance est modifiée, elle est accrue; de telle sorte que l'accomplissement de l'un apporte les conditions indispensables à la production du suivant; et quelque trouble comme quelque progrès que ce soit survenant dans l'accomplissement du premier, ils en entraînent de corrélatifs dans le second.

L'embryogénie a donc démontré que l'ovule, lors même qu'il est fécondé, ne possède aucunement en puissance la forme du corps humain, s'il s'agit de l'homme, et ainsi des autres êtres, soit qu'on prenne ce mot dans le sens de *conformation* physique et géométrique, soit qu'on le choisisse pour désigner *l'ensemble des qualités de tout ordre caractéristique d'un être organisé*. Elle a encore prouvé que l'ovule fécondé d'une espèce quelconque peut dans son évolution, selon telles ou telles conditions intrinsèques ou extrinsèques, conduire à la production d'un monstre simple ou double, viable ou non hors du sein maternel, aussi bien qu'à l'organisme le plus parfait, et cela d'autant plus communément que l'être est d'une organisation plus élevée en complication, c'est-à-dire aussi souvent ou plus souvent chez l'homme que dans tous les autres animaux selon les espèces d'anomalies.

Si l'ovule, fécondé ou non, peu importe, renfermait l'organisme en puissance, il n'y aurait pas lieu de poser la question de savoir comment a lieu l'appropriation des organes à l'accomplissement des fonctions; en effet l'économie ne saurait être considérée comme en puissance dans l'ovule, si l'ordre

n'existait pas entre les parties, à moins d'admettre que l'évolution ne consiste qu'en une ordination et un accroissement de parties préexistantes, mais en désordre; toutes suppositions se trouvant en contradiction avec l'examen de ce qui se passe réellement. Car, il ne faut pas oublier que toutes ces questions sont purement des problèmes de physiologie et nullement de transcendance hyperphysique.

La question de savoir comment se disposent les parties organiques les unes par rapport aux autres pour arriver à constituer un tout ou organisme doué d'un ensemble de qualités déterminées et spécifiques, s'adresse dogmatiquement à ces phénomènes biologiques que de Blainville (1) et A. Comte ont appelé des *résultats* de la vitalité; c'est-à-dire à ces phénomènes d'ordre organique qui, comme la production de chaleur, l'hérédité, les habitudes, ne se rattachent à aucun agent spécial tel qu'élément anatomique, tissu, organe ou appareil, mais sont les conséquences des manifestations simultanées des propriétés élémentaires ou irréductibles qui sont immanentes aux cellules et au fonctionnement de l'ensemble des appareils. Irréductible s'entend ici au point de vue biologique, c'est-à-dire qu'elles sont irréductibles tant qu'on ne s'élève pas jusqu'à la théorie des mouvemements moléculaires de la matière en général.

La faculté de prendre l'arrangement, la corrélation des formes et des structures, d'arriver à l'adaptation d'un organe à l'autre qui convient à l'accomplissement de chaque fonction, que présente la substance organisée, est donc un résultat de la vitalité générale ou végétative.

La matière organisée est conduite à cette ordination, comme à la répétition héréditaire des diverses aptitudes correspondantes, végétatives et animales, par la manière même dont ont lieu sa genèse et son individualisation en parties distinctes, l'évolution de celles-ci et leur rénovation moléculaire nutritive. L'hérédité est dominée particulièrement : 1° soit par la composition immédiate du vitellus de l'ovule maternel qui fournit les matériaux pour la génération des éléments du nouvel être; 2° soit par le fait de l'union matérielle du vitellus avec la substance fécondante du

(1) De Blainville, *Plan d'un cours de physiologie*. Paris, 1832, in-8, p. 10.

mâle; car ce vitellus est composé de principes immédiats dont les molécules sont inévitablement associées d'une manière analogue à ce qu'elles sont dans les autres éléments anatomiques de la mère où elles ont passé par tel ou tel *état chimique antérieur:* or quand, ainsi que les parties qui en dérivent, il *s'assimile*, et cela dans toute la force du terme, les matériaux qu'il fixe durant sa rénovation moléculaire nutritive, ce vitellus, dis-je, ne peut conduire chacune de ces parties à une constitution autre que celle de ces éléments, ni à des propriétés hétérogènes relativement aux leurs.

A cet égard, ces deux points de vue, de la constitution du milieu dans lequel naissent les éléments anatomiques d'une part, et de l'autre, de l'*état antérieur* par lequel ont passé les principes immédiats qui servent à leur genèse ou à leur rénovation moléculaire, sont de la plus haute importance. Il est en effet établi expérimentalement que ces deux ordres de conditions influent, non-seulement sur la production des parties organisées, mais jusque sur la formation des composés chimiques. De plus, il est aussi établi que ce sont les conditions de cet ordre qui font que dans des éléments anatomiques de même espèce, offrant des caractères communs dans tous les animaux vertébrés ou invertébrés qui en possèdent, on trouve cependant d'une espèce animale à l'autre, même voisine, certaines différences entre ces parties, qui permettent de reconnaître que les globules du sang de l'homme, par exemple, ne sont pas identiques en tous points avec ceux des rongeurs ou des ruminants, et ainsi des autres.

L'ordination qui conduit pas à pas l'économie à présenter les dispositions qui entraînent avec elles l'aptitude à l'accomplissement de chaque fonction est donc particulièrement le *résultat* des modes d'individualisation, de genèse et d'évolution des éléments anatomiques. Ainsi, dans le cas de la scission progressive du vitellus en cellules polyédriques, dans celui de la segmentation intercalaire qui individualise en cellules la substance homogène qui précède les couches épithéliales de remplacement, les éléments anatomiques cellulaires qui s'individualisent ainsi ne peuvent pas ne pas être rangés dans un ordre déterminé les uns par rapport aux autres et par rapport aux

parties antécédentes sur lesquelles ils reposent; d'où leur accommodation à l'accomplissement d'actes déterminés en rapport avec leur constitution immédiate et leur structure propre. Lorsque les cellules qui dérivent directement de la substance du vitellus et qui forment les feuillets blastodermiques se renversent en involutions diversement configurées, conséquences de leur multiplication : quand apparaissent par genèse des éléments distincts de ceux-là et qui, quelques instants auparavant, n'existaient pas, comme dans le cas du corps des cellules nerveuses cérébro-spinales, le fait même de leur apparition avec un arrangement réciproque en rapport avec leur forme, leur volume et leur structure spécifiques, constitue un ensemble nouveau de conditions fonctionnelles, en corrélation à la fois avec le lieu où se passe cette genèse, avec la composition immédiate et avec la structure des éléments qui viennent de naître.

En d'autres termes, l'apparition des éléments est, d'une part, soumise à l'ordre nutritif et évolutif des parties antécédentes, et de l'autre entraîne dans un ordre inévitable l'accomplissement d'actes nuls jusque-là, subordonnés à la constitution individuelle spécifique de ces éléments, à leur composition immédiate et à leur arrivée graduelle à une structure intime donnée. Sous le point de vue de la constitution individuelle propre des parties simples (et cela s'applique également à celle qui sont composées) leur accommodation à l'accomplissement de tel ou tel acte corrélatif, y compris la manifestation des propriétés spéciales inhérentes à certaines d'entre elles, comme la contractilité, la névrilité, cette accommodation, dis-je, est en rapport avec ce fait, que nulle de ces parties n'est, dès le principe, c'est-à-dire dès son apparition, ce qu'elle sera plus tard, tant au point de vue de son volume, de sa forme que de sa structure intime, c'est-à-dire du nombre et de la disposition de ses propres particules composantes (1).

(1) Voy. Ch. Robin, *De l'appropriation des parties à l'accomplissement des fonctions* (Revue de philosophie positive de E. Littré et Wyrouboff. Paris, 1868-1869, in-8).

II

Les données qui touchent à la fécondation et aux faits d'hérédité montrent combien s'imposent à l'esprit, d'une part, ce qu'il y a de moléculaire dans ce qui caractérise l'état d'organisation et les actes qui correspondent à chacun de ses degrés et, d'autre part, l'influence des rapports réciproques, moléculaires aussi, des parties organisées avec un milieu ambiant et compatible avec leur existence matérielle.

Telle est, en effet, la subordination de la totalité des phénomènes embryogéniques observés à la composition et à l'association moléculaires de la substance du vitellus et des spermatozoïdes fécondateurs, telle est l'influence de l'état antérieur par lequel ont passé leurs principes immédiats constitutifs, que tout change dans les différences spécifiques antécédemment indiquées depuis celles des éléments, jusqu'à celles surtout de l'ensemble individuel, dès l'instant où l'ovule d'une plante est atteint par le grain de pollen d'une autre espèce ou dès que quelques spermatozoïdes d'un bouc vont s'unir au vitellus d'une brebis à la place de ceux d'un bélier, ou ceux d'un nègre à celui d'une femme blanche.

On saisit une intervention moléculaire de cette nature, mais essentiellement d'ordre assimilateur, dans le vitellus fécondé, avant même son individualisation en cellules, soit par segmentation, soit par gemmation, ou au moins pendant la durée de ce phénomène. Dans la plupart des espèces, elle fait que des modifications de volume, de transparence et de structure, rendent distinctes les cellules qui forment ou vont former tel ou tel des feuillets blastodermiques et permettent de les distinguer.

Les interventions moléculaires assimilatrices de cette nature varient naturellement, selon que les groupes cellulaires du feuillet moyen sont superficiels ou profonds, selon aussi les dispositions de cet ordre des involutions des feuillets externe et interne. De là vient que dans chacune de ces parties, comme dans chaque feuillet, les cellules, quoique toutes de provenance

vitelline directe (p. 293) et très-analogues les unes aux autres par leur aspect à la fois extérieur et intérieur que décèle le microscope, présentent pourtant dès lors, à l'état frais, des différences dans leurs réactions; elles se montrent ainsi spécifiquement distinctes et évoluent chacune en conséquence de sa constitution intime propre et de ses rapports avec le milieu ambiant.

Une fois ces distinctions spécifiques établies ainsi originellement, chaque espèce d'élément de provenance vitelline trace donc sa courbe évolutive propre, ici en tant que faisceau ou fibre musculaire, là en tant que cellules de la notocorde, de l'axe nerveux central, ailleurs, en tant que cellules, soit épidermiques, pavimenteuses, soit prismatiques pour l'intestin, etc.

Au point de vue de leur structure et de leur forme, tous ces éléments commencent par être des cellules d'égale simplicité. Mais ce n'est qu'en négligeant ce qu'il y a en elles de moléculaires derrière cette structure, ce qui, par conséquent, n'est décelé que par les réactions chimiques, qu'on peut les dire semblables. Ce n'est qu'alors qu'on peut soutenir, mais avec des raisons qui ne sont vraies qu'en apparence, que toutes les cellules embryonnaires, blastodermiques ou primitives, sont identiques : que parce que toutes sont de provenance vitelline elles ne constituent qu'une espèce ou que toutes semblables, ces cellules embryonnaires et celles qui leur succèdent sont *indifférentes* à ce qui pourra survenir, de façon que suivant les cas la même d'entre elles pourrait se transformer, soit en fibres musculaires, soit en cellules et fibres nerveuses, ailleurs en cartilage, etc. Mais ici des différences se cachent derrière une simplicité qui n'est vraie que pour l'œil observant seul et sans l'aide des réactifs chimiques; aussi, à compter du moment de très-courte durée où elles se sont réunies en groupes, ces cellules subissent des modifications évolutives qui les éloignent de plus en plus de ce qu'elles étaient au début; aussi, dès ce début, on peut distinguer celles de la notocorde de celles du cartilage, celles-ci de celles qui sont l'origine des fibres musculaires, ces dernières de celles qui sont le centre de génération des fibres nerveuses et ainsi des autres. De l'une à l'autre de ces espèces d'éléments les phases évolutives sont

si diverses dès l'origine et les éloignent si différemment de ce qu'elles étaient à leur apparition, que chacune à ce point de vue exige une étude spéciale, nulle formule générale ne pouvant suffire à leur représentation. Quant à la transmutation directe de l'une d'une espèce en quelque autre, elle ne se voit jamais, pas plus que les époques, soit séniles, soit morbides, ne les ramènent à l'un de leurs états antécédents.

III

Les cellules qui proviennent matériellement de la substance du vitellus, dont chaque division primitive s'est subdivisée graduellement, jusqu'à un certain point, et s'est ainsi individualisée en parties distinctes, ces cellules, disons-nous, sont bientôt épuisées. Ces individualités organiques, en effet, ne sont pas aussi nombreuses dans l'embryon que le sont celles qui leur correspondent chez l'adulte. Il est des cellules et des noyaux pour lesquels l'augmentation de nombre tient à ce que la subdivision dont il vient d'être parlé continue ; chaque individu dérive ainsi substantiellement de son antécédent, qui se partage et se reproduit dès qu'il s'est accru jusqu'à dépasser un certain volume moyen.

Les cas particuliers de ce phénomène sont nombreux et des plus variés, mais dans tout organisme il y a des éléments qui ne sont pas des provenances cellulaires de cette sorte. Il en est qui apparaissent par *genèse ;* on entend par là que dans un milieu représenté par des éléments anatomiques vivants, c'est-à-dire en voie de rénovation moléculaire continue, on voit apparaître des individualités organiques, ayant dès leur apparition forme et volume déterminés, alors que quelques instants auparavant ils n'existaient pas. Cette prise de forme a lieu à l'aide et aux dépens de principes immédiats fournis par les éléments ambiants (blastème) s'associant moléculairement en un tout, qui n'est pas une provenance directe de la substance des cellules entre lesquelles il se montre, contrairement au cas précédent qui est celui de la reproduction. C'est ici une génération spontanée, mais qui diffère de l'hétérogénie en

ce qu'elle a lieu dans un milieu en voie de rénovation moléculaire continue. Les exemples en sont nombreux et divers aussi.

Avant que les cellules de provenance vitelline directe soient épuisées, survient déjà cette genèse, dont nulle interprétation ne saurait détruire la réalité. La gaîne de la notocorde, la capsule du cristallin, les tubes propres du rein, des glandes, etc., les substances amorphes, tant interstitielles (substances amorphes du cerveau, du tissu cellulaire, etc.) que fondamentales (substance propre du cartilage, des os, des dents, etc.), naissent en effet comme il vient d'être dit et ne sont nullement des provenances directes de la substance des cellules, pas plus qu'elles ne dérivent des dépendances fibrillaires des cellules du tissu connectif. Mais, indépendamment de ces parties constituantes de l'organisme, il y en a d'autres encore qui apparaissent par genèse, et qui, fait important, comptent parmi les éléments figurés, nucléaires et cellulaires, susceptibles de se reproduire par scission, dès que leur accroissement les conduit à depasser un certain volume moyen. La genèse d'un noyau de ce genre (*noyau vitellin*) au centre du vitellus (suivie bientôt de cette division entraînant la segmentation vitelline) est même l'un des premiers des phénomènes consécutifs à la fécondation. Les faits ultérieurs de ce genre sont nombreux. C'est manifestement aussi parmi les phénomènes de genèse que se range la production du corps et des dépendances fibrillaires des cellules nerveuses autour d'un noyau comme centre de génération, noyaux qui, du reste, sont des provenances substantielles du *noyau vitellin*, successivement divisé.

Ainsi la substance organisée naît et se reproduit. Quand elle naît, le milieu de cette genèse est un organisme, simple ou complexe, en voie de rénovation moléculaire continue, abstraction faite des cas d'*hétérogénie*, c'est-à-dire de génération dans un milieu cosmologique ou artificiellement préparé par l'homme, dont il n'est pas question ici. Quand elle est née, elle peut simplement *s'individualiser*. C'est ce qui a lieu par exemple quand le noyau vitellin se segmente, et avec lui la substance du vitellus, pour arriver avec celle-ci à l'état de multiples in-

dividualités organiques dites cellulaires. Les noyaux et aussi les cellules, mais sans dépendances fibrillaires, apparus par genèse ou dérivant de quelque autre qui s'est divisé en deux ou plusieurs, peuvent se reproduire. Ils le font par scission ou par gemmation et toujours le descendant est semblable à son antécédent, et nullement spécifiquement différent comme on l'a supposé et le suppose encore. Quant aux éléments représentés, comme les cellules nerveuses centrales, par un noyau *né par genèse*, ou dérivant d'un noyau *apparu de la sorte*, puis devenus ensuite le *centre de génération* d'un corps cellulaire avec dépendances fibrillaires, ces éléments-là ne se reproduisent pas par scission ni par gemmation. Mais leur noyau peut, dans des conditions accidentelles (fréquentes chez l'homme), se reproduire par scission. Semblable alors ou à peu près à ce qu'il était dans l'âge embryonnaire, il peut rester ainsi noyau libre en continuant ou non à se diviser, ou bien il devient encore centre de génération comme ses antécédents l'ont été dans les âges antérieurs.

Les noyaux du tissu cellulaire offrent de nombreux exemples de ces deux ordres de faits. Mais d'un noyau du tissu cellulaire, du tissu nerveux, des fibres musculaires, on ne fait pas sortir un leucocyte, ni un noyau d'origine des épithéliums, des fibres élastiques ou autres et *vice versa;* pas plus que des cellules d'origine des feuillets blastodermiques externe et interne, on ne fait sortir indifféremment, soit des faisceaux musculaires, soit des fibres élastiques, etc.

Ainsi qu'on le voit, il n'y a que les noyaux et les cellules qui *se reproduisent;* mais les *fibres*, les tubes nerveux (de même que les substances fondamentales du cartilage et de l'os), ne se reproduisent pas; ils *renaissent*, ils se régénèrent autour d'un noyau, soit *régénéré*, soit *reproduit*, leur servant de centre de régénération, comme lors de la première apparition fœtale il a été centre de génération. Les limites restreintes entre lesquelles oscillent les conditions voulues pour qu'ait lieu cette génération fait du reste que les éléments régénérés sont à peu de chose près semblables à ceux qu'ils remplacent, quel qu'ait été le mode d'apparition de ceux-ci.

IV

Tous les éléments anatomiques changent graduellement par suite de leur augmentation de masse et des modifications de leur structure; ces dernières sont caractérisées par une genèse de parcelles, les unes homogènes, les autres hétérogènes par rapport à leurs antécédentes, se montrant successivement dans leur intérieur en constituant ainsi un ensemble nouveau de conditions intimes, fonctionnelles et même génératives; conditions primitivement corrélatives à la fois avec le lieu où siége l'élément et avec sa condition immédiate propre. Or, on sait que c'est là ce qui caractérise l'évolution ou développement, qui lui-même reconnaît pour condition d'existence le remplacement nutritif molécule à molécule, de chacun des principes immédiats de la substance qui agit, à mesure que par le fait même de leur action, leur arrangement géométrique intime ou leur composition propre ont varié. Mais encore ce fait ne peut avoir lieu que proportionnellement à un certain degré d'instabilité de la combinaison des principes qui composent la substance.

Les conditions d'existence des êtres durant ces périodes évolutives sont toutefois circonscrites entre des limites si étroites, tant de la part de l'individu ovulaire que de celle du milieu dans lequel il peut être placé, que dès que ces influences perturbatrices dépassent, soit en intensité, soit quant à leur durée les limites précédentes, l'organisme au lieu de se modifier seulement, cesse de se nourrir et de se développer, ou, en d'autres termes, il meurt et se détruit nécessairement.

On remarque aussi que jamais, durant la vie individuelle, soit intra-ovulaire, soit indépendante, l'une quelconque des espèces de ses éléments anatomiques ne se trouve soumise à des influences perturbatrices assez longtemps pour qu'ils arrivent à prendre les caractères que possèdent l'économie ou les éléments anatomiques des individus d'une autre espèce animale ou végétale. Ils ne le font ni durant leur évolution primitive, ni ultérieurement, après avoir possédé

pendant un certain temps leurs attributs habituels, quelque longue que soit leur vie et nombreuses les variétés de configurations et de dimensions qu'ils peuvent présenter, selon la nature des conditions diverses normales ou accidentelles qu'ils peuvent successivement traverser. Chacune des parties élémentaires dont l'assemblage constitue l'organisme offre une composition immédiate telle, que ses composants sont assez nettement définis chimiquement parlant et quant à leurs proportions d'un être à l'autre pour que, sous les influences anormales, soit naturelles ou tératologiques, soit acccidentelles ou morbides qu'ils peuvent subir, les variations qu'éprouve alors l'organisation, ne conduisent jamais ces parties ni le tout à posséder des attributs superposables à ceux d'une espèce différente. Ces influences perturbatrices peuvent mener, comme nous l'avons dit, le corps organisé à différer de l'état qu'il offre le plus habituellement ou qu'il a offert d'abord normalement autant qu'il diffère des corps d'une autre espèce, mais nullement à se confondre avec l'une quelconque de celles-ci. L'association de ces principes est d'autre part assez peu stable pour que les influences précédentes entraînent la mort et la destruction du tout ou de telle de ses parties dès qu'elles dépassent certaines limites.

En d'autres termes, la permanence des caractères dits spécifiques, du tout comme de ses parties, résulte inévitablement de ce que, à compter du point de départ de chaque individu organique représenté par le début de l'apparition de l'ovule, les conditions individuelles ou intrinsèques de son existence et les conditions de milieu ou extrinsèques sont en tel nombre et chacune d'une stabilité si délicate que l'être n'évolue et ne marche qu'entre les monstruosités et la mort et nullement vers la transmutation *de specie in speciem*. Du reste celle-ci exigerait au moins un certain degré de fixité, tel par exemple que celui qui permet de soumettre le soufre, le phosphore, ou l'oxygène, aux influences qui les amènent à prendre les divers états, dits de dimorphisme sous lesquels on les connaît.

Tous ces faits sont aujourd'hui nettement démontrés par expérience et par l'observation embryonnaire des œufs des plantes et des animaux et, en ce qui touche les monstruosités,

par l'observation du développement des œufs d'oiseaux et des poissons surtout. Ils font voir, entre autres choses, combien est grossièrement erronée et loin des données de la science, l'hypothèse de ceux qui soutiennent qu'il ne faut pas moins de façon ni de force pour faire un germe que pour faire un fœtus et un homme.

Aussi, à ce point de vue, loin de dire avec Charles Bonnet que *le germe porte l'empreinte originelle de l'espèce et non celle de l'individualité ; qu'il est en très-petit un cheval, un homme, un taureau, etc., mais non un certain cheval, un certain homme* et ainsi des autres, il faut reconnaître avec les embryogénistes et les zoologistes comme le fait Agassiz « qu'un germe ou un certain nombre de germes ovariens ou bourgeons est tout d'abord individualité. Il est formé et rendu distinct (en tant qu'individu) du corps de son parent, avant d'avoir assumé, soit le caractère de son embranchement, soit ceux de sa classe, de son ordre, de sa famille, de son genre, de son espèce. . . . .

» En tant qu'œuf dans leur condition primitive, tous les animaux se ressemblent. Mais aussitôt que l'embryon commence à montrer quelques traits caractéristiques, ceux-ci présentent des particularités telles que le type peut se distinguer (1). Au fur et à mesure des progrès de la structure, la forme générale s'ébauche peu à peu et elle a déjà acquis quelques-uns des traits qui la distinguent bien avant que toutes les complications de la structure qui caractérisent l'ordre soient devenues visibles, et comme la forme caractérise essentiellement les familles, on voit tout de suite pourquoi le type de la famille est nettement marqué chez un animal avant que les caractères de l'ordre soient développés. Les caractères sont spécifiques eux-mêmes (au moins ceux qui dépendent de la proportion des parties, ont pour cela une influence modificatrice sur la forme) et peuvent être reconnus bien longtemps avant que les caractères de l'ordre aient acquis leur pleine expression (2). »

(1) Agassiz, *De l'espèce*. Paris, 1867, in-8, p. 277-278.
(2) Agassiz, *Ibid.*, p. 279-280.

V

L'ensemble des changements de forme, de volume et de structure qu'un même élément anatomique offre depuis le moment de son apparition jusqu'à celui où toute nutrition cesse en lui, naturellement ou accidentellement, peut très-exactement être représenté par une *ligne* courbe. Celle-ci est en effet réellement tracée par la série des phénomènes dont l'ensemble caractérise l'existence de chaque individu. Comme chacun d'eux est par son accomplissement la condition nécessaire de l'effectuation du suivant, il n'y a pas d'interruption dans ce mouvement. Il n'y a ainsi aucune discontinuité dans la ligne qu'il trace, quelque ralentissement ou accélération qu'il puisse présenter à certaines époques comparativement aux autres, dans certaines cellules des organes générateurs par exemple, dans celles des graines et dans les animaux hibernants. Rien, par suite, de plus net que la comparaison l'une à l'autre des phases de l'existence de chaque espèce d'élément, quand elles ont été observées convenablement ainsi qu'on peut le faire.

Cette comparaison d'un élément à lui-même aux diverses périodes de sa durée vitale montre : 1° que de l'un à l'autre le sommet de la courbe qui correspond à l'âge adulte, au summum de la perfection évolutive, a un rayon plus ou moins grand, se rapproche plus ou moins de la ligne droite, c'est-à-dire que cet âge dure plus ou moins longtemps avant que les phases séniles ultérieures ne tracent la portion de la courbe que l'on peut considérer comme descendante;

2° Qu'il y a des éléments, comme ceux des os, des dents, du tissu élastique, etc., pour lesquels cette portion est extrêmement réduite;

3° Que cette partie descendante de la courbe n'est jamais exactement superposable à la portion ascendante, c'est-à-dire que les phases séniles de l'évolution ne ramènent jamais un élément à ce qu'il a été auparavant, à un état semblable à celui qu'il a offert durant son accroissement embryonnaire et

fœtal; quelque nombreuses que soient les inflexions de la courbe évolutive, en d'autres termes, quelque étendues que soient les variations de structure, etc., présentées alors par nombre d'éléments, jamais le fait précédent ne se manifeste.

4° Cette comparaison montre, qu'indépendamment de ces modifications, la courbe que chaque élément trace ainsi sans discontinuité pendant la durée de son existence peut présenter des points singuliers, des aberrations de deux ordres :

a. Des anomalies du développement naturel peuvent déterminer des inflexions déviant le tracé de ce qu'il est ordinairement et se montrant sur la portion ascendante de la courbe; en d'autres termes, des modifications tératologiques peuvent changer la direction ordinaire de l'évolution.

b. Des conditions accidentelles peuvent intervenir au commencement de celle-ci, aussi bien que lorsqu'elle atteint son apogée ou décroît avec l'âge, et déterminer sur tel ou tel point de la ligne des inflexions, des changements de direction divers avec ou sans rebroussement de la courbe évolutive; il s'agit là des changements morbides de forme, de volume, de consistance, de couleur et de structure des éléments anatomiques. Du reste, dans l'un et l'autre encore de ces cas, jamais le cours de ces variations pathologiques, dont le nombre est des plus considérables, ne trace une ligne superposable à l'une des portions de celle-ci tracée antérieurement.

5° A tous ces divers égards, chaque espèce d'élément trace une courbe qui lui est propre, depuis son point d'origine jusqu'à celui où elle cesse d'être prolongée. Les diverses sortes de cellules qui se développent ainsi n'existent ni en fait ni en puissance dans l'ovule, mais naissent (pour le plus grand nombre du moins) de telle ou telle manière, à l'aide et aux dépens de sa substance, et chacune à un moment qui n'est pas le même. En fait, il n'est pas exact de dire qu'un élément observé quelconque, dérive d'une cellule-type qui est la même pour tous et pour tous les êtres organisés (voy. p. XX). En d'autres termes, les courbes tracées par chaque élément, qui ne sont pas superposables, comme nous venons de le voir, n'ont pas pour origine un même et unique point et ne sont pas non plus autant d'inflexions ou changements de direction

d'une seule ligne dont la longueur représenterait la durée de l'existence de la cellule-type avant sa transformation en autant d'espèces d'éléments anatomiques, musculaires, nerveux, etc. qu'on en voit sur l'animal adulte. Ces courbes ne vont pas non plus se terminer à un point unique.

6° Quelque analogues que puissent être les courbures de la ligne évolutive tracée par certaines espèces distinctes des éléments anatomiques d'un même organisme, jamais on ne les voit, après avoir été manifestement différentes, devenir superposables ; jamais après avoir suivi un certain trajet, une ligne ne rejoint celle que trace une autre espèce de cellule, pour ultérieurement ne faire plus qu'un avec elle. Jamais, par exemple, quoi qu'on ait supposé à cet égard, on ne voit tératologiquement, pathologiquement, non plus que *selon les besoins fonctionnels des parties*, les cellules du tissu cellulaire se métamorphoser en cellules épithéliales ou osseuses, en fibres élastiques, en cartilages, en os, en leucocytes, etc., ou *vice versa*. Jamais encore dans les cas tératologiques et morbides on ne voit une modification morbide d'un élément le rendre semblable à quelqu'un d'une autre espèce, soit sain, soit altéré. Chaque phénomène évolutif intime devenant en quelque sorte générateur du suivant, à partir des circonstances intrinsèques ou extrinsèques qui ont amené la première de ces modifications, celles-ci éloignent souvent de leur état normal, les parties jusqu'à des degrés considérables et des plus singuliers. Mais, comme nous l'avons vu, ils ne constituent pas des états durables, parce que d'une part ils mettent l'élément dans l'impossibilité de remplir son rôle et d'autre part parce que le milieu ne se trouve bientôt plus être ce qu'il faudrait qu'il fût pour que continue la nutrition d'une cellule ainsi modifiée. La vitesse et l'étendue de ces variations autour de l'état normal ou moyen le plus habituel se déterminent par l'observation, qui montre qu'elles ne sont pas indéfinies. Elles diffèrent de l'une à l'autre des espèces d'êtres animaux et végétaux, de l'une à l'autre de leurs espèces d'éléments anatomiques.

Le type spécifique moyen est représenté par le plus grand nombre des individus observés à leurs diverses périodes de développement. Les écarts sont représentés par les variétés se

montrant naturellement dans certaines conditions de milieu et développées ou non par l'homme en société et par celles qui surviennent pathologiquement. Quelque étendues que soient les unes et les autres, elles aboutissent toujours à la stérilité, soit reproductive, soit fonctionnelle, pour les premières de ces variétés, ou à un retour des individus vers un état semblable ou presque semblable à celui des individus du type moyen, quand cesse l'influence de l'homme. Elles aboutissent à la destruction morbide dans le second cas qui est celui des éléments anatomiques et par suite des tissus, organes, etc. Jamais, encore une fois, elles ne conduisent à la transmutation, au transformisme de ceux-ci, quelque énormes parfois que soient les changements de grandeur, de configuration et de structure que peuvent présenter les organes ou les éléments anatomiques, soit d'une manière régulièrement transitoire, comme pendant la durée de l'exagération fonctionnelle périodique des organes génitaux, soit accidentellement d'une manière permanente ou non. En d'autres termes, de même que le perfectionnement évolutif n'est pas une *transformation*, il importe ici de ne pas prendre la variabilité pour la mutabilité *de specie in speciem*, car en fait l'une n'est pas l'autre.

VI

Copiant les phrases caractéristiques de la *Philosophie zoologique* de Lamarck (1830), je vois que ce biologiste pense avoir prouvé dans ses travaux antérieurs que « l'organisation et la vie ne sont que des phénomènes naturels, et que leur destruction dans l'individu qui les possède n'est encore qu'un phénomène naturel, suite nécessaire de l'existence des premiers. » Il admet qu'il y a des *générations directes* dites *spontanées* amenant les premiers traits de l'organisation dans des matières où il n'en existait pas, non formées par des individus d'espèces semblables. Et au commencement de l'échelle, soit animale, soit végétale, la substance est homogène, sans partie distincte propre à une fonction particulière, dans un état voisin de la fluidité, mais de consistance suffisante pour constituer des parties contenantes.

Si la petite masse formée est *gélatineuse* (azotée) ce sera la vie animale qui pourra s'y établir; si elle n'est que *mucilagineuse* la vie végétale seule pourra y exister. Les fluides des milieux qui l'environnent la pénétrant sans cesse, et se dissipant de même, la constituent dans un état *cellulaire* et la rendent propre à *absorber* et à *exhaler* continuellement les autres fluides environnants et qui seront susceptibles d'y être contenus. Des parties contenantes non fluides et des fluides contenus, c'est-à-dire un tissu cellulaire très-souple, à cellules communiquant par des pores, sont les conditions indispensables pour la vie d'un corps. Par l'intermédiaire des plus simples de ces *productions* de la nature on passe indirectement à l'existence de tous les autres corps vivants; ils dérivent peu à peu des premiers à la suite de beaucoup de temps; ils le font par des changements et une complication croissante de cette organisation, préparant des scissions de ses parties, formant des corpuscules granuliformes propres à reproduire ces êtres; toujours ceux-ci conservent par la voie de *reproduction*, les modifications acquises et les perfectionnements obtenus par la *nutrition* et l'*accroissement*. Jamais ceux d'organisation plus compliquée ne se sont formés par *génération directe;* mais tous les jours encore les corps vivants les plus simples à l'une des extrémités de chaque règne organique se forment encore dans les matières appropriées où il n'en existait pas; il s'en forme peut-être même au commencement de chacune des branches de l'une et l'autre série de ces deux règnes.

C'est de la sorte que la vie tend sans cesse par sa nature à composer l'organisation, à créer des organes particuliers, à les isoler ainsi que leurs fonctions, à *diviser* et à multiplier les divers centres d'activité (voy. p. 294). « Or comme la *reproduction conserve constamment tout ce qui a été acquis*, de cette source féconde sont sortis, *avec le temps*, les différents corps vivants que nous observons. »

La *Monade terme* qui n'est qu'un point gélatineux, transparent, contractile, sans organes quelconques, est le point de départ de la série des animaux, série sans discontinuité, mais qui n'est pas simple et au contraire rameuse irrégulièrement graduée, représentée par des *collections d'individus* qui n'ont

qu'une persistance relative et ne sont invariables que temporairement; collections auxquelles pourtant, *pour faciliter l'étude*, il est utile de donner le nom d'*espèces*. 1° Pour les plantes *le temps sans limite*, l'influence des climats et des milieux et le mouvement des fluides intérieurs; 2° pour les animaux, les mêmes influences et de plus celle des besoins fonctionnels, des habitudes, des actions les plus fréquentes, employées comme moyen de vivre, de se conserver et de se reproduire, le défaut ou l'excès d'exercice de tel ou tel organe, etc., telles sont les principales causes qui entraînent insensiblement les différences d'état et de nature des parties, qui les font naître quand elles n'existaient pas et qui font que les espèces apparaissent, puis changent.

Ainsi que l'a spécifié Aug. Comte, la théorie de Lamarck consiste à considérer l'ensemble de la série zoologique comme parfaitement analogue, aussi bien en fait qu'en spéculation, à l'ensemble du développement individuel, et encore restreint à la seule période ascendante. C'est cette supposition à laquelle on a depuis donné depuis le nom d'*évolutionisme* ou *théorie de l'évolution*, grâce à l'artifice de logique qui consiste à donner comme expression d'un mouvement évolutif qu'on n'a pas vu le résultat du *classement* d'objets analogues, mais distincts et inégalement séparés les uns des autres.

1° La série des arguments sur lesquels Lamarck appuie les données générales brièvement résumées par les lignes précédentes; 2° la série des faits à l'aide desquels Is. Geoffroy-Saint-Hilaire a montré par l'étude de l'*hérédité* et par celle des *influences modificatrices* que si les espèces sont variables entre des limites très-étendues et diverses, elles ne sont pas *indéfiniment variables* font qu'on cherche en vain en quoi diffèrent de la doctrine de Lamarck, celles de Darwin et de Haeckel. L'extension qu'ils lui ont donnée est en rapport avec la plus grande multiplicité des êtres découverts depuis quarante ans et la plus grande netteté de nos connaissances sur leur évolution. Leurs arguments sont incontestablement plus nombreux et exprimés avec bien plus de précision; mais ils sont exactement de même ordre et, jusqu'à présent, pour ceux qui sont familiers avec la détermination de la nature anatomique et

évolutive des éléments organiques, ils ne prouvent pas davantage la *variabilité indéfinie* des espèces, c'est-à-dire la suppression en fait de la notion d'espèce; car étant admis que chacune des *collections d'individus* actuelles est issue d'une autre, que les plus simples mollusques sont sortis de certains Vers, et que de chacune peut en dériver une ou plusieurs autres diverses, suivant les conditions dans lesquelles elles se trouvent, il est manifeste que chaque espèce ne représente qu'un *arrêt de développement* relativement à des inconnues à venir. Alors aussi pour les cas dont traite ce livre, les noyaux du tissu cellulaire pourront être considérés comme une phase embryonnaire des fibres élastiques, musculaires ou autres *indifféremment;* par suite on pourra croire aussi que les fibres musculaires ne sont qu'un arrêt de développement des cellules et des fibres nerveuses.

La combinaison, dite caractéristique, de la substance carbonée avec l'eau qui, d'après Hæckel, formerait une substance mixte, ni liquide ni solide, intermédiaire entre la matière brute et les êtres vivants, pouvant naître par génération spontanée : la matière albumineuse formant le corps homogène, sans organes ni fonctions distincts des *monères*, tant *neutres* que *végétales* et *animales* du même auteur : le passage des monères à l'état de *cellule* par formation d'un *noyau* (fait parfaitement réel ici), etc. : la disposition des êtres en séries ramifiées d'après la manière dont il suppose que les familles végétales et animales dérivent de ces *plastides* ou êtres les plus simples, ne sont manifestement qu'un remaniement sous des termes plus techniques des vues de Lamarck résumées plus haut (p. XXXI).

Toutefois il faut reconnaître que ce qui appartient en propre à Darwin; c'est d'avoir apporté à l'appui de l'influence des milieux, etc., la série des arguments tirés de l'action lente de la concurrence vitale et de la sélection tant proprement dite que sexuelle. Mais cette dernière n'est guère applicable aux protozoaires; elle ne l'est pas aux invertébrés portant les deux sortes d'organes sexuels, et ne l'est pas beaucoup plus aux animaux à sexes séparés dont les œufs sont fécondés dans l'eau sans accouplement préalable. Elle n'est donc applicable

qu'aux articulés et aux vertébrés, avec exception pour bien des poissons certainement. Aussi peut-on dire sans exagération que, sous ce point de vue, cette question, malgré les efforts des successeurs de Lamarck, en est encore au point où l'a laissée Aug. Comte (1), qui l'a soumise à une discussion que s'étonneront toujours de voir passée sous silence ceux qui l'auront lue, mais qu'il est inutile de reproduire ici. Tous ceux qui sont familiers avec les écrits de ce dernier philosophe savent depuis longtemps que les sciences n'ont de portée que par la valeur des conceptions générales qui éclairent les faits de leur domaine en les reliant les uns aux autres. Ils connaissent aussi le rôle important des hypothèses dans les sciences, et savent que toute invention n'est qu'une hypothèse vérifiée; mais ils savent, par suite, qu'une hypothèse n'est bonne que si elle est vérifiable, et qu'elle ne représente pas une découverte si elle n'est qu'une vue subjective sans démonstration, quelque simple et brillante que soit l'*explication* qu'elle semble donner de tels ou tels faits. La question est simplement de savoir si la science est du côté de ceux qui sont satisfaits dès qu'ils *expliquent* ou du côté de ceux qui *démontrent.* Aussi, hormis les cas d'antiscientifique mélange des subjectivités théologiques aux problèmes biologiques, ce n'est aucunement le manque de culture philosophique des savants contemporains qui diminue en France le nombre des adhésions aux doctrines de Lamarck et de ses continuateurs, quelque vif que soit l'intérêt présenté par les documents qu'ils rassemblent; c'est au contraire le développement de cette pensée philosophique que la portée d'une vue spéculative se juge par la possiblité d'un contrôle positif; c'est enfin le manque d'un contrôle réel à cet égard, puisque jusqu'à présent ce contrôle n'a pas encore été donné pour une seule espèce d'êtres, pas plus que pour une seule espèce de cellules. Nul homme de science ne méconnaît ce qu'a de séduisant cette manière de substituer l'idée du métamorphisme indéfini à celle des variations individuelles : de représenter toutes les *collections d'individus* analogues comme des descendants du plus simple des

(1) A. Comte, *Philosophie positive.* Paris, 1838, t. III, 42e leçon, *Considérations philosophiques sur la biotaxie*, et 2e édit., 1864, in-8, p. 385 à 398.

organismes observés, c'est-à-dire de les considérer comme unies les unes aux autres par un lien généalogique direct, infléchi mais continu partout, remontant jusqu'à cette monade. Seulement nul ne peut nier que, sans méconnaître l'intensité et l'ingéniosité des efforts tentés, on est en droit de demander pour ces hypothèses une vérification, ne fût-ce que pour une seule de toutes les espèces vivantes, de manière à pouvoir déterminer, à l'aide de documents paléontologiques, de quels êtres elle descend; car il est certain qu'il n'y a jusqu'à présent de donné comme preuves que des possibilités sur lesquelles peu de naturalistes s'accordent et non des réalités. Mais en science des probabilités ne suffisent pas pour valider une hypothèse, ni pour constituer le point de départ de nouvelles démonstrations. Si en effet les hypothèses sont le début de nos essais scientifiques, ce sont les efforts de ceux qui ont conçus et exécutés les démonstrations qui restent, qui caractérisent le savoir conduisant à la prévoyance et à l'opportunité dans l'action. Trop souvent aussi on croit avoir levé la difficulté en répétant avec de Lamétherie (1) que l'espèce examinée, comme l'homme par exemple, descend d'une forme éteinte, intermédiaire à celle-là et à d'autres inférieures, mais dont nulle trace ne reste.

Il ne suffit pas non plus à une hypothèse qu'elle soit simple pour qu'elle doive être acceptée; il faut avant tout qu'elle soit vérifiable, autrement elle ne tarde pas à devenir nuisible; car ceux qui pour aimer la science ont besoin des suppositions dans lesquelles on donne comme démontrée la chose même qu'il s'agit de rendre évidente, sont plus près de méconnaître la grandeur de la biologie que de la servir.

Parmi toutes les *espèces* classées et qu'on sera toujours forcé de classer, ne fût-ce que *pour faciliter l'étude* (p. XXXI), il

(1) J. C. de Lamétherie, *De la perfectibilité et de la dégénérescence des êtres organisés*. Paris, 1806, in-8. « L'homme social a tellement changé ses mœurs, ses habitudes et toutes ses manières d'être, qu'il eût été difficile d'assigner la place qu'il occupait primitivement parmi les animaux, si nous n'avions un objet de comparaison parmi les singes dont il ne paraît être que la première espèce (p. 138). » « Les singes, dont l'homme paraît être l'espèce la plus distinguée, ont également leur langage (p. 202). » « Le type primitif de l'homme ne se trouve plus dans l'état de nature (p. 549) non plus que celui de beaucoup de plantes cultivées, du cheval, du chien, du chameau, etc. (p. 137). »

n'en est pas une en effet pour laquelle on ait pu prouver, autrement qu'à l'aide de paralogismes, qu'elle provient de telle ou telle espèce plus simple, comme on prouve par exemple que tel ou tel acarien octopode est l'adulte de tel ou tel individu hexapode. En d'autres termes, on n'a pas montré de quelle *espèce* de protozoaires vivants ou fossiles dérive telle ou telle *espèce* de polypes, de vers, d'échinodermes ou de mollusques et ainsi de suite pour les autres animaux et pour les plantes.

Il est d'autres données encore qu'on est forcé de demander à ces doctrines pour qu'elles imposent la conviction. On sait où, quand et comment naissent dans les embryons les cellules nerveuses et leurs prolongements fibrillaires, les faisceaux striés des muscles, les fibres-cellules, les cartilages, les fibres élastiques, les fibres lamineuses, etc. Or, nul encore n'a indiqué ce qui, dans les organismes simples, protoplastes ou protozoaires, dépourvus de tous ces éléments ou de tels ou tels d'entre eux, représente *en puissance* ces derniers, comparativement à ceux sur lesquels on les trouve, ou mieux dans quelles conditions et comment naissent ces cellules sur un individu qui vient d'être engendré par des parents qui en manquaient; car ce fait arrive ou est arrivé nécessairement, si tous les êtres actuellement vivants descendent d'une forme primitive, *monade* ou *monère*, ovule à millions d'années d'évolution, créé une fois pour toutes ou plusieurs fois, peu importe. Nul n'a encore démontré si réellement après avoir vécu et reproduit pendant des siècles comme *collection d'individus*, quelques-uns de ces *ovules* sont poussés par l'accroissement à voir naître en eux des parties que leurs parents ne possédaient pas; si eux-mêmes, après avoir vécu aussi comme *collection d'individus* pendant *quelque mille* ans, ne se trouvant être en fait qu'une *phase fœtale*, un arrêt de développement, un *âge* d'autres *collections* supérieures à venir, ils acquièrent à leur tour des éléments anatomiques constitutifs qu'ils n'avaient pas encore eus, et ainsi des autres; mais sans qu'il y ait jamais retour de quelques individus de cette poussée pour former une *collection* durable, par *dégradation*, suivant l'expression de Lamarck.

Les sept espèces de monades ou de monères, comme on

voudra, ne contiennent en effet pas plus en puissance tout le règne animal que l'ovule humain ou autre ne contiennent l'homme et son âme, etc. Les données exposées plus haut (p. xxvii) et qu'il est inutile de reproduire, s'appliquent à toutes les espèces. Quelque simple que soit un corps reproducteur, il suit une certaine série de modifications en corrélation avec sa *constitution*, d'une part, la *nature des milieux* dans lesquels il se trouve, d'autre part. Il oscille entre certaines limites, au point de vue des modifications que peut subir de part et d'autre cette constitution, et les individus meurent tous parfois, quand ces modifications dépassent certaines limites; et cela quelque variées que puissent être ces modifications dans les espèces d'une organisation compliquée, car, on le sait, les variétés ne sont nombreuses et étendues que sur les êtres complexes et non sur ceux d'une organisation simple, comme les Zoophytes et les Vers.

L'impossibilité où nous sommes de voir tous les individus existant ou ayant existé à toutes les phases de leur existence, réduit toujours toute classification quelconque à l'état de paralogisme, car elle pèche toujours en quelque point, soit par un dénombrement imparfait, soit parce que l'accident est pris plus ou moins souvent pour le permanent; elle constitue donc toujours un artifice logique, mais indispensable, sinon inévitable.

D'une manière générale, une classification peut par suite être considérée comme satisfaisante, quand l'ensemble des espèces est disposé dans un tel ordre que l'une quelconque d'entre elles soit constamment supérieure à toutes celles qui la précèdent et constamment inférieure à toutes celles qui la suivent ou réciproquement. La place que chacune occupe fait alors saisir suffisamment quelle est sa nature anatomique et physiologique. Il résulte, en effet, de l'ensemble des études biologiques, que les espèces animales et végétales, considérées sous le point de vue anatomique, offrent une complication toujours croissante, soit quant à la diversité, à la multiplicité et à la spécialité de leurs éléments anatomiques, soit quant aux diversités de structure de leurs organes et de leurs appareils. En second lieu, cet ordre fondamental correspond naturelle-

ment à une vie toujours plus active, plus complexe, représentée par des fonctions plus nombreuses, plus variées et surtout mieux définies. Enfin, et par une suite nécessaire, ce qui est moins pris en considération quoique également incontestable, l'être vivant devient ainsi modifiable de plus en plus, et de façons plus diverses, à mesure que se complique son organisation. Entrant de la sorte en rapport avec le milieu extérieur par un plus grand nombre d'organes, non-seulement il exerce sur celui-ci une action plus étendue, mais encore il est modifié de plus de manières, à la fois et successivement. Il est facile de voir, du reste, que le nombre des variétés individuelles est infiniment moindre dans les divers groupes d'invertébrés que parmi les vertébrés et qu'ils résistent bien moins que ceux-ci aux changements des milieux. Lorsqu'en effet, d'une saison à l'autre, surviennent ces changements, ils meurent s'ils ne peuvent se transporter dans un autre climat plus uniforme, s'enfoncer sous terre comme le font beaucoup de vers, d'insectes, etc., ou dans l'eau, comme le font les échinodermes, les mollusques, les crustacés, etc.

Aussi n'y a-t-il encore aucun exemple connu d'animal marin devenu terrestre, sur les côtes dont la mer se retire sensiblement de siècle en siècle, non plus que de transformation inverse sur celles qu'elle envahit, par quelque dégradation organique de l'ordre de celles sur lesquelles Lamarck a tant insisté.

Des arguments restant plus séduisants que probants sont donc encore seuls à faire admettre : 1° que l'ensemble de la série des êtres serait aussi bien en fait qu'en spéculation analogue à l'ensemble du développement individuel, restreint à sa période ascendante; 2° que ce fait se manifesterait par ce qu'ont de variable les individus, c'est-à-dire que ce qu'il y a de variable dans les êtres et que nous considérons comme l'accident exprimerait une constante évolution, tandis que ce qui a été permanent pour nous depuis au moins nos quatre-vingts siècles d'histoire ne serait que le côté transitoire de l'existence des êtres; 3° que chaque être en renfermant *en puissance* quelque autre différent, la notion d'espèce devrait être ainsi éliminée de la science.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE
CELLULAIRES

PREMIÈRE PARTIE

DÉTERMINATION GÉNÉRALE DE LA NATURE ANATOMIQUE DES CELLULES ET DU PROTOPLASMA

CHAPITRE PREMIER

DE LA NATURE ANATOMIQUE DES CELLULES

Sous le nom de *cellule* on désigne, en Biologie, une des formes élémentaires de la substance organisée des plantes et des animaux, irréductible en parties plus simples autrement que par destruction mécanique ou chimique, lui enlevant l'une et l'autre son individualité statique et dynamique.

La plupart des individualités élémentaires organiques débutent par cet état dit de cellule; de plus, des divers groupes en lesquels se classent les éléments anatomiques figurés, c'est-à-dire ayant une conformation qui leur est propre, celui qui comprend les éléments cellulaires embrasse le plus grand nombre d'espèces. Pourtant il n'est pas rigoureusement exact de dire avec quelques auteurs que tous les éléments anatomiques sans exception sont des cellules, ou, en d'autres termes, que la substance organisée des plantes et des animaux ne présente aucune autre forme que la forme cellulaire.

Les cellules sont des éléments anatomiques des végétaux et des animaux, sphéroïdaux, polyédriques ou aplatis, dont les dimensions, généralement égales en tous sens ou à peu près, varient entre 1 millième de millimètre et 1 dixième (grandeur qu'ils dépassent beaucoup dans nombre d'ovules et

de cellules végétales), constitués par une *masse* ou *corps* creux ou plein, granuleux ou homogène, et pourvus souvent d'un ou de plusieurs *noyaux*, avec ou sans *nucléole* dans le noyau.

Contrairement à ce qu'avancent encore beaucoup d'auteurs très-autorisés, il n'est pas absolument exact de définir les cellules comme étant des corps *primitivement sphériques.* Si l'on excepte quelques cellules végétales endogènes, beaucoup d'ovules, les leucocytes, les hématies (qui de bonne heure deviennent discoïdes), toutes les autres cellules sont primitivement polyédriques, régulières ou non, et quelques-unes de leurs variétés seulement deviennent sphériques ou ovoïdes, par suite de phénomènes évolutifs, soit normaux, soit accidentels. Le noyau, dans les cellules où il existe, possède originellement et conserve d'une espèce à l'autre des cellules, une fixité de forme ovoïde ou sphérique et de réactions chimiques, qui est remarquable comparativement aux différences offertes à ces divers égards par le corps même des cellules. Il est un certain nombre de faits qu'il est indispensable de résumer, pour arriver à prendre une idée nette de l'ensemble des parties diverses connues sous le nom de *cellules*, constituant autant d'individualités élémentaires, dont chacune est facteur de quelque acte élémentaire aussi.

Il faut, en premier lieu, noter que toutes les cellules et leurs particules constituantes sont formées de substance organisée, d'une substance présentant l'*état d'organisation;* on entend par là, que leur matière quelle qu'en soit la diversité formelle, résulte de l'union moléculaire en proportions différentes de principes immédiats tant coagulables que cristallisables, d'origine organique et d'origine minérale, associés ainsi en un tout de petites dimensions, temporairement indissoluble bien que d'une faible stabilité, chimiquement parlant. Or, tant que ce tout reste placé dans certaines circonstances de température, d'humidité, etc., il est en voie incessante de rénovation moléculaire; l'intimité de la masse se trouve ainsi d'une manière permanente dans les conditions qui peuvent y causer quelque changement, visible ou non sous le microscope.

Chaque cellule est construite de particules de substance or-

ganisée qui sont distinctes les unes des autres par leur consistance, leur couleur, leurs réactions chimiques; tels sont le noyau, les granulations, etc., plongés, suivant une disposition constante pour chaque espèce, dans la masse principale ou corps de celles-ci. C'est cette construction qui reçoit le nom de *structure* dans l'étude de chaque élément; car, il n'est qu'un très-petit nombre des espèces d'éléments qui soient homogènes, c'est-à-dire sans structure, et réduits, en fait d'organisation, aux caractères qui en représentent le premier ou plus simple degré; car, si en anatomie il n'y a pas structure sans organisation, il peut y avoir organisation sans structure, comme dans la substance amorphe du cordon ombilical, celle du cerveau, etc., la capsule du cristallin, l'enveloppe de la notocorde, etc.

Ainsi la substance organisée n'est pas *une* et homogène, mais représentée par des parties très-petites, d'espèces diverses, distinctes par leur composition immédiate, leurs réactions, leur structure, comme par les propriétés d'ordre organique ou vital qui leur sont immanentes. Ce n'est qu'en faisant abstraction de ces différences spécifiques et des propriétés physiologiques particulières des cellules et des éléments qui en dérivent, qu'on arrive à pouvoir désigner par le nom de *matière organisée* l'ensemble de ces parties, comparativement à l'ensemble des corps bruts, et cela parce que dans toutes, il est quelque chose qu'on retrouve toujours, c'est l'état dit d'organisation.

La cellule organique type, élémentaire, ou primordiale, considérée indéterminément et comme partout identique avec elle-même, ainsi que le font ceux qui s'occupent de ces questions en dehors de toute observation, n'est donc qu'une abstraction qui n'a pas d'existence réelle. Cette abstraction n'explique rien parce qu'un organisme formé par un nombre plus ou moins grand des individus de cette cellule ne serait qu'un tout homogène et non une économie de parties distinctes, solidaires anatomiquement et physiologiquement.

Ce qui existe, ce sont des éléments anatomiques de plusieurs espèces, parmi lesquels ceux de plus d'une espèce ont les caractères dits de *cellule*, et plusieurs autres encore ont des ca-

ractères qui ne sont pas ceux qui ont fait donner le nom de *cellules* aux précédents.

En voulant substituer le mot *cellule* à l'expression *élément anatomique*, qui a sur lui la priorité, on n'embrasse donc pas toutes les espèces d'éléments anatomiques. On laisse de côté un certain nombre de parties constituantes de l'économie relativement simples, dont on ne saurait dissimuler l'existence, et qu'on ne peut même pas considérer toutes comme des substances intercellulaires, c'est-à-dire comme produites par les cellules ou par les autres éléments entre lesquels elles se trouvent. Telle est la substance amorphe de la matière grise des centres nerveux et beaucoup d'autres qui jouent un rôle physiologique aussi important; substances dont l'existence montre combien est fausse l'hypothèse, corrélative à la précédente, qui veut que la *forme* soit le caractère essentiel et fondamental de l'état d'organisation, caractère hors duquel il n'y aurait pas de vie pour la substance organisée.

On se place, d'autre part, en dehors de la réalité en étant forcé de donner le nom de *cellules* à des éléments qui, après avoir eu pour centre de génération une cellule, n'offrent plus aucun des caractères des éléments de ce nom longtemps déjà avant l'âge adulte; telles sont les fibres élastiques, les fibrilles musculaires, striées et autres. Enfin, beaucoup d'organes squelettiques, des échinodermes, des polypiers, des céphalopodes, les téguments chitineux à structure souvent si complexe des articulés, les enveloppes spéciales des œufs (des oiseaux, des reptiles, des sélaciens, des céphalopodes, l'émail dentaire, la capsule du cristallin, la gaîne de la notocorde, les parois propres des tubes glandulaires, etc., n'ont aucun des caractères des éléments celluleux, à quelque période de leur évolution qu'on les observe.

Quand on envisage ces parties élémentaires au point de vue de la complication croissante de leur structure, on constate qu'il est des cellules qui sont temporairement composées d'une petite masse, sphéroïdale ou non, de substance organisée, qui est tout à fait homogène ou plus ou moins finement grenue, mais sans noyau ni paroi propre distincte de la masse (*cytode* ou *gymnocytode* de Hæckel, 1863).

La cellule par laquelle débutent divers individus végétaux et animaux unicellulaires (Myxogastres, Monères, Grégarines, quelques Infusoires, etc.) passent par cet état. Il en est ainsi du *globule polaire* de l'ovule de divers animaux vertébrés et invertébrés et même des cellules blastodermiques naissant par gemmation à la surface du vitellus sur les insectes et quelques mollusques.

Parmi ces cellules, il en est qui acquièrent une paroi, et restent ainsi plus ou moins longtemps, ou pendant toute la durée de leur existence (*lépocytodes* de Hæckel), tels sont les leucocytes, etc.

A côté des cellules ainsi constituées, signalons inversement dans la substance cérébrale (embryonnaire surtout), dans les cartilages et le tissu lamineux lors de leur première apparition, etc., l'existence de noyaux autour desquels nul moyen, en dehors des suppositions théoriques, ne permet de constater l'existence d'un corps cellulaire (*noyaux libres*); mais ils sont accompagnés de bonne heure, durant l'évolution embryogénique, de noyaux qu'entoure un corps cellulaire tellement petit que son contour est en quelque sorte confondu avec celui du noyau tant qu'un gonflement artificiel ne l'a pas écarté de ce dernier.

Il y a des cellules sans paroi propre ni noyau ou *gymnocytodes*, dans l'épaisseur desquels on voit apparaître un *noyau* avec ou sans nucléole (*gymno-cellule*); c'est ce que l'on observe dans le cours du développement de la cellule d'origine des Grégarines (E. Van Beneden, 1872), dans beaucoup de globules polaires, dans les cellules blastodermiques de divers invertébrés (Ch. Robin, 1862). De plus, à peu près toutes les cellules provenant de la segmentation du vitellus, dans les plantes et les animaux, sont originairement composées d'un noyau et d'un corps cellulaire nu, c'est-à-dire sans paroi propre.

Décrit et spécifié de la manière la plus formelle par M. Coste en 1845 (*Comptes rendus des séances de l'Acad. des sciences*. Paris, 1845, in 4, t. XX, p. 1372) et depuis lors admis généralement en France, ce dernier fait n'a pas été accepté par Reichert, (1861), mais il a de nouveau été reproduit par M. Schultze (1861), et par Brücke (1862) à qui la priorité en a été at-

tribuée souvent. Beaucoup de ces cellules restent ainsi constituées et aussi denses au centre qu'à la périphérie, pendant toute la durée de leur existence.

Enfin, parmi les éléments qui viennent d'être pris pour exemple, dans les êtres unicellulaires, dans le vitellus en voie de segmentation pour arriver à produire le blastoderme (Coste, *loc. cit.*, 1845), et pour beaucoup d'autres qui seront cités chemin faisant, il en est dont la masse ou corps se modifie molécule à molécule, à sa superficie seulement, de manière à se délimiter en *paroi propre*, appelée parfois *cuticule*, paroi pelliculaire ou cuticulaire, distincte du reste, qui forme un contenu.

Nous verrons plus loin que, si la production de cette paroi propre (qui conduit l'élément à l'état de *cellule complète*) marque la fin de la période où les cellules blastodermiques et autres peuvent se multiplier par scission de la totalité de leur substance, c'est une erreur de la considérer comme indiquant le début d'une phase rétrograde de la vie des cellules ; que c'en est une aussi de traiter cette partie comme n'ayant qu'une importance secondaire, surtout pour la période unicellulaire de l'évolution de la plupart des animaux et des plantes.

Parmi les mêmes éléments auxquels il vient d'être fait allusion, il en est au contraire sur lesquels (normalement ou pathologiquement, comme dans les glandes sébacées, le foie gras, etc.,) ce sont des matières graisseuses ou autres, liquides ou solides, qui, aussi en raison des actes moléculaires nutritifs dont la cellule est incessamment le siége, se produisent chimiquement au sein d'un corps cellulaire sans pellicule, puis distendent celui-ci et le font passer en totalité à l'état de paroi dans laquelle se retrouve le noyau, quand il ne s'atrophie pas.

Toutes les cellules végétales complétement développées se composent d'une paroi formée de *cellulose* (*membrane cellulaire* proprement dite) ou de *fungine*, associées à d'autres principes plus ou moins nombreux et d'un contenu qui remplit la cavité de la cellule. Ce contenu lui-même forme sur les jeunes cellules une masse pleine, de nature azotée, avec noyau central ; mais de bonne heure à mesure que grandit la cellule, celle-ci est creusée d'une cavité par production d'un liquide central avec des granules divers (*protoplasma* de Hugo

Mohl), et sa substance même distendue, repoussée avec son noyau et appliquée contre la face interne de la membrane cellulosique forme l'*utricule azoté* de Mohl. La cellule présente alors une paroi souvent dite de *cellulose* et de plus l'utricule qui double celle-ci.

Notons tout de suite, pour y revenir, que c'est la masse azotée sans paroi propre et non encore vésiculeuse qui apparaît la première, lors de la génération de la plupart des cellules végétales, et qu'elle peut exister plus ou moins longtemps à cet état dans divers cryptogames; par suite des phénomènes de rénovation moléculaire actifs qui, sous les yeux de l'observateur, amènent des modifications de sa structure, survient plus ou moins rapidement la production de la paroi de cellulose; plus tard encore survient celle de la cavité qui conduit cette masse à l'état d'*utricule* doublant la paroi de cellulose; mais ce fait, lui-même, n'est pas absolument général.

Rappelons par comparaison que, sur les animaux, c'est aussi à l'état de masse ou corps plein, sans paroi propre, que naissent presque toutes les cellules animales; que plusieurs restent ainsi pendant toute la durée de leur existence; qu'il en est d'autres dont la substance superficielle délimite en une *membrane cellulaire proprement dite* (cellules ou corps fibro-plastiques, etc.), avec ou sans prolongements très-divers qui correspond à la paroi de cellulose des plantes; que parmi celles-ci on en voit dont la substance propre ainsi incluse avec son noyau passe à l'état utriculaire, par production d'un liquide (cellules de la notocorde, etc.). Ce liquide correspond au *protoplasma* de H. Mohl et peut même faire disparaître complétement (vésicules adipeuses, etc.), la substance propre susindiquée, laquelle est l'analogue de l'*utricule azoté* de H. Mohl. Enfin d'autres cellules, ne se formant pas de *membrane cellulaire*, passent pourtant à l'état utriculaire par production d'un liquide central analogue au protoplasma de H. Mohl; la cellule a ici pour unique paroi la substance même du corps cellulaire ainsi distendu et retenant le noyau, substance qui correspond à l'*utricule azoté* (cellules des glandes sébacées, etc.).

Par suite de confusions des plus regrettables pour la science,

ce que, depuis Remak et M. Schütze, la plupart des auteurs allemands et leurs imitateurs appellent *protoplasma*, comprend tout ce qui n'est pas *noyau* ou *membrane cellulaire proprement dite*, c'est-à-dire à la fois le liquide ou *protoplasma* de H. Mohl et l'utricule azoté ou le corps cellulaire plein, sans paroi de cellulose. Nous verrons plus loin que par suite d'une confusion plus grande encore, plusieurs comprennent sous ce nom, dans les animaux, toute substance organisée qui n'est pas délimitée en cellules.

Dès l'époque où cette transposition dans le sens des termes ayant droit de priorité a été introduite, Reichert s'est élevé contre elle et en a fait ressortir les inconvénients et l'inexactitude. (Reichert, *Uber den Gebrauch des Wortes* Protoplasma. *Archiv. fur Anat. und Physiol.*, Berlin, 1863, in-8°, p. 150.) Tout vrai savant suivra l'exemple de ce dernier et se prémunira contre l'engouement irréfléchi, qui au détriment de la réalité fait prendre pour des faits nouveaux un changement mal fondé dans l'interprétation des faits connus.

Pendant que se passent les divers phénomènes dont il vient d'être parlé, les cellules grandissent plus ou moins, en même temps qu'elles changent ou non de forme, ce qui a lieu souvent dans des limites que l'observation du développement peut seule faire comprendre. Que les cellules grandissent ou non, mais surtout quand elles s'accroissent, elles réalisent les principes qu'elles assimilent en substance organisée qui prend dans son épaisseur des formes et des dimensions diverses, caractérisant une véritable genèse intime ou intrinsèque, aussi bien que lorsqu'il s'agit de l'apparition du noyau et du nucléole alors que d'abord ils n'existaient pas.

De là des changements de structure intime d'une complication croissante, qui ne sont aucunement une simple différenciation graduelle d'une matière organique préexistante, mais bien une résultante de l'apport incessant des principes s'associant avec prise de forme immédiate de tel ou tel ordre, globulaire, fibrillaire, pelliculaire, etc., et accroissement individuel tant que l'assimilation l'emporte sur la désassimilation.

Ces particules, qui se distinguent anatomiquement et souvent physiologiquement du reste de la masse cellulaire, sur laquelle

elles tranchent plus ou moins, peuvent être de simples granules épars ou régulièrement rangés en séries parallèles ou autrement, etc. C'est ce dont les cellules épithéliales, les fibres-cellules et beaucoup d'autres, ainsi que les cellules végétales nous offrent de nombreux exemples. Ce peuvent être des productions de vacuoles avec ou sans pellicule limitante distincte, comme dans divers animaux unicellulaires certaines cellules épithéliales altérées, etc.; ou encore c'est une délimitation de la substance cellulaire, qui est de telle nature qu'elle dévie la lumière suivant des plans ayant telle ou telle direction, ce qui donne un aspect strié aux éléments, alors même parfois qu'ils ne sont pas subdivisibles en fibrilles. C'est ce qu'on voit sur certaines fibres-cellules, sur le cylindre-axe de beaucoup de cellules nerveuses cérébro-spinales, sur la paroi propre de beaucoup d'animaux unicellulaires, etc.

Signalons un fait important pour la physiologie : c'est que ces phénomènes comptent parmi ceux qui montrent nettement ce qui dans les actions de la vie végétative sépare la nutrition du développement, c'est-à-dire l'entretien de l'accroissement, le maintien dans un état stationnaire du progrès évolutif individuel; car, outre l'augmentation de masse qui pourrait être regardée comme la conséquence nécessaire d'un excès dans la nutrition (avec laquelle se confondrait ainsi l'accroissement), il y a la production de dispositions ou de particules nouvelles dans l'intimité de chaque individu, sans qu'il y ait reproduction de celui-ci par scission ou par genèse extérieure.

Il est d'autres manifestations de cette complication croissante de la structure, pendant la durée du développement des cellules, qui montrent bien qu'elle résulte d'une genèse intime et incessante de parties nouvelles, s'ajoutant à celles qui ont précédé, et non de la simple différenciation par division, etc., d'une matière primitivement existante. Ces manifestations consistent en la production, à la surface ou à la périphérie des cellules, de filaments plus ou moins fins et demeurant plus ou moins longs; la production des cils vibratiles sur les cellules épithéliales, sur les infusoires et divers embryons unicellulaires, celle des cylindres-axes, des fibres lamineuses autour ou sur deux parties seulement des cellules nerveuses, de celles du tissu

lamineux, du tissu élastique, etc., en sont des exemples. La forme, la longueur aussi bien que le volume de la substance que constituent ces éléments anastomosés ou non, sont même tels, que non-seulement l'aspect primitif des cellules est singulièrement changé, mais qu'en outre ces dernières sont perdues en quelque sorte dans la masse de ces prolongements, au sein de laquelle on ne les retrouve plus que disséminées comme parties accessoires, ou même plus du tout, comme dans toute la substance blanche cérébro-spinale.

Mais indépendamment de cette complication des cellules par production évolutive de dépendances de leur corps qui s'étendent à l'extérieur de l'élément, il en est d'autres, sinon plus considérables du moins plus multipliées, qui se produisent souvent dans leur intérieur. Ce ne sont pas seulement le noyau et son nucléole, la paroi propre pourvue ou non de cils, des granules de nature azotée, graisseuse, amylacée, mélanique ou d'autres principes colorants, etc., qui peuvent naître dans des cellules qui primitivement en étaient dépourvues. Sur beaucoup d'animaux unicellulaires ce sont une ou plusieurs vésicules contractiles, de véritables fibrilles musculaires distinctes du reste de la masse cellulaire, certaines cloisons différentes des autres parties du corps, etc., comme sur plusieurs espèces d'infusoires, les Grégarines, etc. Sur des animaux unicellulaires et sur des larves d'Helminthes encore unicellulaires, etc., ce peuvent être des stylets chitineux dépendant de la paroi propre même.

Ce sont des phénomènes peut-être encore plus compliqués que ceux qui s'observent sur les animaux unicellulaires, qu'on peut suivre lors de la formation des faisceaux striés des muscles ; là, en effet, on voit successivement se produire la soudure de plusieurs cellules avec genèse des fibrilles striées ayant lieu de la périphérie vers l'axe du cylindre avec délimitation de plus en plus nette de celles-ci, dont la multiplication graduelle amène l'augmentation d'épaisseur des faisceaux, en même temps que la longueur de chacune des fibrilles est telle qu'elles s'étendent de l'une à l'autre des cellules réunies au début pour la formation d'un seul faisceau.

Non-seulement ici, comme dans les êtres précédents, a lieu la genèse de ces fibrilles dont la constitution individuelle par

des parties alternativement claires et foncées est très-complexe, mais encore une matière de constitution et de réactions différentes se forme entre elles; sans compter que le noyau de chacune des cellules soudées se segmente plusieurs fois successivement dans l'axe du faisceau, et qu'une tunique propre (myolemme) se produit en même temps autour de ce dernier sur toute sa longueur.

Notons du reste que l'observation montre que dans l'apparition intrinsèque de ces diverses parties, des fibrilles musculaires par exemple, dont le nombre va continuellement en augmentant, il ne s'agit nullement de la simple mise en évidence ou différenciation de particules préformées. Pour ces fibrilles, etc., il s'agit de l'apparition par genèse de parties qui quelques instants auparavant n'existaient pas. Ce fait, du reste, n'a rien de plus exceptionnel que celui de la genèse d'un noyau dans les cellules qui en manquaient, d'un nucléole dans les noyaux jusque-là non nucléolés, phénomènes depuis longtemps observés et décrits, mais niés théoriquement et réintroduits, comme nouveaux, dans la science sous les noms de *différenciation endogène* et autres.

CHAPITRE II

DE L'ORIGINE DES CELLULES

Sur chaque animal et chaque végétal pris individuellement, les premières cellules dérivent directement de la segmentation progressive du vitellus ovulaire; mais celles-ci ne suffisent pas à la production de la totalité des éléments anatomiques qui doivent exister. On voit apparaître graduellement des éléments pendant toute la durée de l'évolution fœtale et extra-ovulaire, alors que depuis longtemps toutes les cellules de provenance vitelline ont été utilisées, si l'on peut dire ainsi. Ces éléments d'apparition tardive par rapport aux premiers qui se sont développés, ne dérivent pas directement de ceux-ci, n'ont pas de lien généalogique substantiel avec ceux-ci. Ils apparaissent pourtant sous forme de cellules, mais celles-ci ne sont pas semblables aux cellules de provenance vitelline, bien que pour arri-

ver à l'état de plein développement, elles passent par des phases évolutives analogues à celles qu'ont présentées les premières.

Ainsi lorsque toutes les cellules provenant directement de la substance vitelline ont subi les modifications évolutives qui viennent d'être signalées, d'autres apparaissent. Nous verrons que cette apparition, cette individualisation est l'expression d'un fait de genèse extra-cellulaire de noyaux, puis de leur nucléole et de leur corps cellulaire; genèse qui n'a en elle rien de plus complexe que la génération intra-cellulaire de ces mêmes parties et d'autres encore dont il vient d'être parlé. Cette génération suit même des phases analogues à la première, de telle sorte que les cellules de provenance ovulaire ou vitelline (*cellules blastodermiques ou de segmentation vitelline*) ne font que servir de substratum à une genèse continue tant intrinsèque d'abord et changeant leur structure intime, qu'extrinsèque plus tard et amenant l'apparition de nouveaux éléments; enfin ces derniers eux-mêmes à mesure qu'ils se modifient dans l'intimité, comme les premiers, deviennent la condition de la génération de tel ou tel autre, semblable ou non.

A la genèse de ces éléments, il faut ajouter encore celles des parties constituantes élémentaires interposées ou non aux éléments anatomiques figurés, qui apparaissent après les cellules de provenance vitelline; parties qui dérivent d'elles en ce qui touche l'origine des principes immédiats s'associant pour composer leur substance. Ces parties constituantes, se produisant en prenant ou non une forme déterminée, sont les substances amorphes ou d'interposition du cerveau, du tissu lamineux et autres, ce sont encore la paroi propre des tubes glandulaires, de la notocorde, la capsule du cristallin, etc.

Il y a là un ensemble de faits très-nettement observables, omis par les uns, théoriquement repoussés par d'autres et vicieusement interprétés par un grand nombre, mais que l'esprit de système ne fait ainsi méconnaître qu'au grand détriment de la science.

En résumé, nous voyons que la cellule dans les êtres unicellulaires ou les cellules de provenance vitelline dans les autres, sont en fait le siége d'une succession de phénomènes de genèse intrinsèque qui caractérise leur développement, et amène la

complication croissante de leur structure intime par la production de particules nouvelles souvent complexes, distinctes anatomiquement et physiologiquement. A compter de l'époque où le substratum, directement représenté par les cellules de cette provenance, vient à faire défaut, on voit cette genèse s'étendre au dehors des éléments figurés qui ont graduellement perdu plus ou moins leur état primitif, et amener ainsi entre eux l'apparition de cellules nouvelles qui s'ajoutent à elles sans qu'elles dérivent directement de leur substance.

Pendant la rénovation moléculaire continue, ou nutrition, l'acte d'assimilation consiste, comme on le sait, en une formation dans l'intimité de chaque élément anatomique, de principes immédiats qui sont semblables à ceux de la substance même de ce dernier ; ils sont pourtant différents de ceux du plasma sanguin qui en a fourni les matériaux avec transmission endosmo-exosmotique de chaque élément à ceux qui l'avoisinent, et réciproquement. Alors que cette formation assimilatrice l'emporte sur la décomposition désassimilatrice, elle amène l'augmentation de masse de l'élément; mais, fait capital, cette formation de principes s'étend bientôt au delà, au dehors même de cet élément, en ce que, dès qu'il a atteint un certain degré de développement, l'excès des principes qu'il assimile suinte en quelque sorte hors de chacun de ces éléments, et s'interpose à eux. Ce sont là ces principes immédiats qui, envisagés synthétiquement dans leur ensemble et dans leur association en un tout organisé, liquide ou demi-liquide, et n'ayant qu'une courte existence distincte de celle des parties ambiantes, reçoivent le nom de *blastème.*

Ainsi qu'on le voit, les principes des blastèmes sont fournis d'une manière immédiate par la substance même des éléments anatomiques, entre lesquels ou à la surface desquels ils apparaissent, qui préexistent à leur production, mais non par le plasma sanguin. A cet égard ce fait est général et reste ici ce qu'il est dans les plantes; chez les animaux dans les tissus vasculaires eux-mêmes, le plasma ne fournit que médiatement et d'une manière indirecte les principes immédiats des blastèmes, par l'intermédiaire des éléments anatomiques déjà existants et en voie de nutrition ou rénovation moléculaire continue.

Le rôle des capillaires, en effet, est d'apporter, et d'emporter ensuite les principes servant à l'assimilation, à la désassimilation, à l'absorption et aux sécrétions, actes ayant lieu essentiellement dans les éléments anatomiques extra-vasculaires. Les actes qui s'accomplissent au travers des parois des capillaires ne conduisent qu'au don et à l'abandon endosmo-exosmotique de principes immédiats, sans modifications de la composition de ceux-ci et mènent seulement à la formation de *sérosités* dans les cas accidentels; mais en fait les principes immédiats servant à la génération de nouveaux éléments anatomiques, et qui par leur ensemble constituent les blastèmes à l'aide et aux dépens desquels vont naître ces éléments, ont subi un degré d'élaboration de plus, celui qu'ils éprouvent de la part des éléments préexistants qui les fournissent.

Ce fait trop généralement méconnu est des plus importants. Il nous donne la raison d'être des différences existant entre les blastèmes envisagés d'un tissu à l'autre. Il entraîne en quelque sorte la formation d'autant de blastèmes divers qu'il y a de tissus ou de modifications du même tissu où il s'en produit. Il n'y a donc pas une seule espèce de blastème, mais plusieurs; car le tissu ou seulement l'état de la nutrition du *tissu* dans lequel il se produit, influe inévitablement sur sa nature et sur sa composition.

L'existence des blastèmes n'est donc en aucune manière simplement virtuelle; seulement cette existence est en général de très-courte durée, dans les conditions normales surtout. Ce fait tient à ce que à mesure qu'a lieu leur formation, ces principes ne peuvent pas ne pas s'associer moléculairement en une substance qui peut être amorphe, mais qui le plus souvent offre une configuration déterminée, de noyau, etc., de composition immédiate analogue ou semblable à celle des éléments ambiants dont l'activité nutritive et évolutive a été la condition essentielle de la formation de ces mêmes principes, se groupant en un nouvel individu élémentaire.

Telle est la cause directe de cette formation des principes constitutifs de chaque nouvel élément anatomique, formation qui elle-même est chimiquement la cause inévitable de leur réunion ou groupement moléculaire; car, formation et associa

tion sont choses simultanées ou à peu près, en raison même des lois de l'affinité chimique, qui là, non plus qu'ailleurs, ne perd aucun droit. Tel est le mécanisme intime d'après lequel la nutrition d'une part, et l'arrivée du développement de chaque élément jusqu'à un certain degré, d'autre part, deviennent les conditions nécessaires de l'accomplissement de la genèse ou génération de nouvelles particules élémentaires de substance organisée amorphe ou figurée; conditions capitales, sur l'importance desquelles Auguste Comte a tant insisté d'une manière générale sans être compris de la plupart des physiologistes. Il y a là, comme on le comprend facilement, tout un ordre de notions dont on ne saurait trop se pénétrer par un examen approfondi de la nutrition et du développement, si l'on veut comprendre quoi que ce soit à l'étude de la génération des éléments.

Toute apparition de substance organisée, amorphe, comme dans le cas très-caractéristique de la genèse des parois propres glandulaires, de celle de la notocorde, des substances amorphes ou intercellulaire cérébrale, etc., ou figurée, est caractérisée par ce fait que rien n'existant que des éléments anatomiques dont la substance est en voie de rénovation moléculaire continue, des éléments de même espèce ou d'espèce différente apparaissent de toutes pièces, par genèse ou génération nouvelle, à l'aide et aux dépens des principes immédiats fournis par les premiers; principes qui s'associent moléculairement, soit en une masse sans autre forme que celle que lui permettent de prendre les interstices qu'elle occupe lors de son apparition, soit le plus souvent en ayant dès l'origine une figure déterminée et un volume aussitôt mensurable sous le microscope ou assez petit pour qu'au début il se confonde avec celui des plus petites granulations ambiantes. Cette apparition a lieu ainsi sans qu'il y ait de lien généalogique substantiel direct de l'élément nouveau avec quelque autre élément préexistant que ce soit.

Ce sont, comme on le voit, des individus nouveaux qui n'existaient pas et qui apparaissent sans dériver d'aucun autre directement. Ces éléments nouveaux, pour naître, n'ont besoin de ceux qui les précèdent ou les entourent au moment de leur apparition que comme condition d'existence et de production

ou d'apport des principes qui s'associent entre eux ; d'où les termes *genèse*, *naissance*, etc.

Pour les éléments qui ont cette provenance comme pour les autres, il en est qui occupant tel et tel point de l'économie demeurent à l'état de cellule qui suffit, si l'on peut dire ainsi, à l'accomplissement des actes physiologiques, tels sont les épithéliums, les médullocelles, les fibres-cellules, etc. Au contraire il en est d'autres, comme dans les muscles, les nerfs, où chacune des conditions évolutives antécédentes amène la production de quelque chose de plus, de particularités nouvelles dans la structure intime, telles que ponctuations, fibrilles, cavités, etc., et par suite, leur appropriation à l'accomplissement d'actes d'ordre organique distincts.

Ces particularités se rattachent à ce fait que la genèse de tout élément anatomique résulte de la formation en certaine quantité d'un ou de plusieurs principes immédiats coagulables s'unissant en telle ou telle proportion à divers principes cristallisables avec prise en cet instant d'une configuration déterminée, subordonnée à cette composition même. Souvent ce n'est pas une à une que naissent ainsi ces parties élémentaires, mais plusieurs à la fois se groupant inévitablement dans un ordre ou si l'on veut avec une texture en rapport avec cette configuration.

Il se passe là un phénomène analogue sous quelques rapports à celui qui fait que dans les liquides chimiquement sursaturés de tels ou tels composés, certaines conditions survenant, on voit un ou plusieurs d'entre eux cristalliser subitement et les cristaux se grouper de telle ou telle manière selon le type de la forme prise ou selon les dérivés de ce type. Pour les éléments anatomiques, acquérir telle ou telle forme définie lors de leur naissance ou de leur individualisation est donc un fait qui est en pleine corrélation avec celui qui concerne la composition immédiate propre de chacun d'eux, aussi bien que pour les corps bruts qui cristallisent.

Or, ce sont les substances coagulables auxquelles il vient d'être fait allusion qui représentent les principes constitutifs prédominant dans la composition immédiate de chacun des éléments anatomiques dès leur apparition ; d'autre part, l'assi-

milation et la désassimilation débutent pour chaque élément à l'instant même de leur prise de forme, dominent tout ce qui touche aux changements graduels de consistance, de couleur, et surtout de structure qui ont le plus d'importance en ce qui regarde l'appropriation des parties à l'accomplissement d'un usage.

L'ordination des parties qui, dans l'intimité de chaque cellule aussi bien que dans chacun des groupes d'éléments cartilagineux, musculaires, nerveux, etc., les rend solidaires et par suite aptes à remplir tel ou tel acte en rapport avec leurs diverses qualités consubstantielles, quand ces derniers étant arrivés à un certain degré d'évolution ces qualités se manifestent, cette ordination est due précisément à ce que nulle part on ne voit leur préformation avec préordination, non plus que leur formation simultanée. Ce qui a lieu, c'est la génération successive de particules douées d'une activité propre, la modification ou la production antécédente étant ce qui amène les conditions de l'effectuation de la suivante, avec une constance telle qu'on a pu supposer l'existence d'un lien généalogique substantiel entre chaque partie élémentaire nouvelle, et celle de même espèce ou d'espèce différente qui la précède immédiatement; supposition infirmée par l'observation.

Or, c'est précisément cette succession des organes qui entraîne inévitablement l'harmonie dans leur arrangement et leur solidarité, représentant l'ordination et l'appropriation à l'accomplissement d'un acte quand la première partie, la tache ou le bourrelet embryogène, sont formés régulièrement; comme aussi c'est cette détermination du deuxième fait par le premier qui, lorsque celui-ci a lieu irrégulièrement, entraîne fatalement la production des monstruosités.

Dans cette succession, source d'accommodation, les parties simples ou composées ne sont pas faites du premier coup, ne sont jamais, lors de leur apparition, ce qu'elles seront plus tard; parce qu'en raison de leur rénovation moléculaire continue, condition *sine qua non* de leur permanence, chaque chose qui se montre dans leur intimité devient motif de l'apparition d'une disposition qui suit bientôt.

Il en est ainsi également pour les propriétés spéciales qui

leur sont immanentes, comme la contractilité et la névrilité, qui ne se montrent que lors de l'arrivée des éléments musculaires et nerveux, à un certain terme de cette série de phénomènes. Les organes se trouvant être déjà solidaires lorsque, par la continuité des causes qui amènent cette accommodation harmonique, ils arrivent à être aptes à manifester leurs propriétés spéciales, l'arrangement qui convient à l'accomplissement d'un but déterminé se trouve obtenu.

Ce tableau général de l'existence des cellules était un guide indispensable à donner pour éviter de se perdre au milieu des détails sans nombre et souvent remarquables qu'il faut exposer actuellement ; ces descriptions devront naturellement conduire plus d'une fois à recourir aux faits dominants qui viennent d'être indiqués.

CHAPITRE III

DE L'ÉTAT D'ORGANISATION EN GÉNÉRAL ET DE CELUI DES CELLULES EN PARTICULIER

Les faits qui viennent d'être exposés prouvent que dans ces études il faut toujours avoir devant les yeux qu'au delà de l'état cellulaire il y a l'état d'organisation ; il y a les états relatifs à la structure intime, acquis durant l'évolution et à la désignation desquels le mot cellule ne suffit pas, puisqu'il n'implique pas les états de fibre, de tube, états qui sont tout aussi réels que l'état dit cellulaire.

Ce qu'on appelle *état d'organisation* est autre chose qu'une simple disposition physique ou mécanique d'entrecroisement, avec arrangement réciproque déterminé de parties ayant une configuration fibrillaire, corpusculaire, etc. Pour le connaître, il faut remonter jusqu'à l'étude de la composition en principes immédiats dans telles et telles proportions de la substance même configurée en noyaux, cellules, fibres, tubes, etc. (Voy. Ch. Robin, *Journal de la physiologie*. Paris, 1862, in-8°, p. 504, et *Leçons sur les humeurs*. Paris, 1867, in-8°, préface, p. XVIII.)

Or, ce que présentent de fondamental toutes ces parties, quelle qu'en soit la diversité formelle, consiste en l'union mo-

léculaire en proportions différentes de principes immédiats, tant coagulables que cristallisables, d'origine organique et d'origine minérale, associés ainsi en un tout de petites dimensions temporairement indissoluble bien que d'une faible stabilité, chimiquement parlant.

Ainsi, pour connaître ce qu'il y a de fondamental dans l'état de la matière appelé *organisation*, il faut remonter au delà de ce qui est simplement physique et mécanique. Il faut aller jusqu'à l'étude d'un certain mode d'association moléculaire que l'observation et l'analyse conduisent seuls à déterminer. Il ne suffit même pas d'aller seulement jusqu'à l'examen de l'état que présentent chimiquement, quant à leur composition élémentaire, etc., les sels, les alcaloïdes et autres composés cristallisables et surtout coagulables. Il faut se préoccuper encore des proportions dans lesquelles a lieu l'association moléculaire de ces principes et de son degré de fixité dans chaque espèce des parties élémentaires de la substance organisée. Souvent enfin ces principes ont passé par un *état antérieur* de combinaison, dont il faut aussi toujours tenir compte, puisque les corps simples et les corps composés offrent des aptitudes diverses à se combiner avec d'autres, selon qu'ils sortent de telle ou telle des combinaisons chimiques qu'ils forment.

Ce qu'il y a d'essentiel, de fondamental dans l'état d'organisation, comme on le voit, ne se constate pas directement par la vue, même aidée de l'usage des instruments grossissants; ce côté capital des études biologiques exige l'emploi, devenu familier, des connaissances chimiques et des moyens d'analyse de même ordre que ceux dont use la chimie.

C'est là seulement que se trouvent les différences réelles et essentielles qui existent entre la matière composant les corps à l'état inorganique et celle des êtres qui végètent, se meuvent et pensent. Elles se trouvent entre ce que nous montre l'examen anatomique proprement dit, fait à l'aide du microscope et dans l'intimité même de ce qu'il nous décèle de plus délicat d'une part, et de l'autre ce que nous enseigne la chimie analytique ou synthétique des corps cristallisables ou volatils sans décomposition. C'est elle qui, dans l'étude de cet état si remarquable de la matière, nous sert d'instrument fondamental; ce sont les

moyens et les méthodes qu'elle nous fournit, qui nous mettront à portée de combler plus d'une lacune existant encore dans l'ensemble des données que nous possédons à cet égard. Telles sont en particulier celles qui concernent la nature et les fonctions chimiques des composés coagulables ou non cristallisables qui, de tous, sont ceux qui l'emportent dans tout organisme quant à la masse; celles qui ont rapport à leur manière de fixer l'eau, aux changements intimes qu'elles éprouvent dans les conditions qui amènent leur coagulation ou leur liquéfaction, leur destruction par putréfaction, etc., à leurs différences spécifiques sous ces divers rapports d'un élément anatomique à l'autre, comme des globules rouges du sang aux globules blancs, de ceux-ci avec épithéliums, aux fibres élastiques, musculaires, aux cellules nerveuses, etc.

Quoi qu'il en soit, tant que dans l'étude de l'organisation on se tient à ce que la notion de l'état de la matière ainsi désigné offre à la fois de plus général, de plus essentiel et de caractéristique, il n'y a rien dans l'économie qui puisse la faire comparer à une machine. Sous ce rapport, rien de plus faux que cette comparaison de la part de ceux qui, la reproduisent comme indiquant le plus haut degré auquel s'élèvent nos connaissances touchant la constitution des corps vivants, ne sauraient davantage mettre en relief l'état rudimentaire de leurs notions biologiques.

Ce n'est que lorsqu'on arrive à l'examen de l'arrangement réciproque des parties formées de cette matière ainsi organisée, que l'on rencontre des dispositions de plus en plus nombreuses des divers ordres : l'ordre géométrique, statique et dynamique que nous reproduisons dans nos machines. Ainsi, indépendamment des différences qu'il y a entre la manière dont s'établit la liaison mutuelle statique et dynamique des parties dans ces dernières et dans l'économie animale et végétale, on voit qu'il faut se garder de considérer les mots d'*organisme* et de *mécanisme* comme synonymes.

Suivant la remarque d'Aug. Comte, l'idée de vie suppose constamment la corrélation nécessaire de deux éléments indispensables, un organisme et un milieu, ou ensemble total des circonstances extérieures d'un genre quelconque compatibles

avec l'existence du premier. Or, il est des organismes qui peuvent, temporairement au moins, ne pas présenter de degré d'organisation plus élevé que celui-là. Tel est l'ovule par exemple, surtout pendant la période assez longue qui sépare le moment de la rupture spontanée de la vésicule germinative de celui de la genèse du noyau vitellin aussitôt avant la segmentation. Pendant cette période il n'est formé que de la membrane vitelline, enveloppe entièrement homogène, restant dépourvue de structure, et du vitellus qui est exclusivement le siége des phénomènes auxquels il est fait allusion. Or, ce vitellus, d'un diamètre qui varie entre quelques centièmes de millimètre et plus d'un millimètre, comme chez divers batraciens et poissons, *volume* déjà considérable pour ce qui est en voie incessante de rénovation moléculaire, etc., n'est constitué que par une substance hyaline, parsemée de granulations et de gouttes graisseuses et autres, toutes homogènes prises individuellement, c'est-à-dire sans *structure* spéciale ni arrangement réciproque ou *texture* déterminés.

Rien pourtant n'est plus frappant et ne rend mieux évident que ce corps est organisé, que l'ensemble des modifications observées durant la période indiquée plus haut, et consistant d'une part en changements incessants de forme de la masse *homogène* fondamentale du vitellus, en modifications du volume, de la forme, et en changements de place avec groupements particuliers de ses granules et gouttelettes; sans parler de la genèse du noyau vitellin au centre de la masse, consécutivement à ces phénomènes qui décèlent à nos sens d'une manière généralement tangible et saisissante, des actes vitaux de nutrition, d'évolution, puis finalement de reproduction en ce qui touche particulièrement la formation des globules polaires, et de genèse en ce qui regarde le noyau vitellin qui vient d'être cité.

Or, des changements de même ordre, bien que moins manifestes, ont lieu d'une manière incessante dans l'intérieur de toute partie élémentaire formée de substance organisée; ils sont même la condition essentielle de la progression évolutive et de a longue durée individuelle de l'existence de chaque organisme.

Dans une machine, au contraire, ce qui importe le plus, c'est que ces changements moléculaires dans l'intimité de chaque partie directement active ne s'opèrent pas; c'est que chacune de celles-ci reste en équilibre, fixe moléculairement, sans évolution par conséquent. Si ces modifications surviennent, elles font cesser les conditions essentielles de l'existence et du fonctionnement de la machine, tandis que cette rénovation moléculaire et les changements corrélatifs sont les circonstances même qui font que l'état d'organisation se maintient plus longtemps pour bien des êtres vivants que ne durent généralement les machines que nous construisons; de telle sorte que ce qui est la condition de l'accomplissement des actes essentiels des premiers est la cause de la cessation de ceux des derniers.

L'idée de vie et celle d'organisation sont donc inséparables, l'une et l'autre coexistent inévitablement au moins dans ce que celle-là a de plus simple, tant que cette organisation conserve encore au moins ce qu'elle a de fondamental dans chaque cellule, et à plus forte raison si elle reste avec tous ses divers degrés et demeure en conflit avec un milieu compatible avec sa persistance. Car, on le sait, la séparation rationnelle entre le point de vue anatomique ou relatif aux idées d'organisation et le point de vue physiologique, proprement dit, directement propre aux notions de vie, est une décomposition logique purement artificielle tant que les choses restent ainsi; elle ne devient réelle qu'autant que le premier des divers degrés de l'organisation est détruit, soit directement, soit au contraire indirectement par altération des milieux ambiants, tant *extérieurs* qu'*intérieurs*, tels que le sang auquel chaque cellule emprunte les principes immédiats qu'elle s'assimile et dans lequel elle rejette ceux qu'elle désassimile.

Ce qu'il y a de caractéristique dans l'état d'organisation est donc représenté par un fait d'équilibre instable des molécules des principes ainsi associés; par cet état d'oscillations incessantes, plus ou moins grandes et plus ou moins rapides, que les cellules présentent d'une espèce à l'autre; oscillations corrélatives à la constitution propre de celles-ci, et aux conditions de milieu dans lesquelles se trouvent les éléments. Mais quel que

soit le peu de stabilité de cet état, quelle que soit la facile altérabilité de la substance des cellules, sa durée se prolonge pendant un temps relativement long, en raison même du renouvellement moléculaire des principes ainsi faiblement unis les uns aux autres.

Sur les divers degrés de l'état d'organisation. — L'état d'association moléculaire dont il vient d'être question constitue le *premier degré d'organisation*, celui qui est le plus simple, le plus élémentaire; car la matière qui le présente dans chaque organisme n'est pas une et homogène; elle est au contraire disposée en parties distinctes, diverses par leurs formes, leurs dimensions, leurs caractères physiques et chimiques des arrangements réciproques de plus en plus complexes. Or, comme ces divers attributs ne se trouvent sur aucune autre matière que celle qui présente l'état précédent, ils constituent autant de degré d'organisation, tous saisissables par la vue, au moins quand elle est aidée de l'emploi des moyens grossissants.

Les divers degrés d'organisation sont par conséquent d'une détermination de plus en plus facile, à compter du deuxième, bien qu'ils soient de plus en plus complexes.

Le *deuxième des degrés de l'organisation* consiste en ce fait, que chacune des cellules ou autres parties élémentaires de volume et de forme déterminés que compose la substance organisée, est construite de particules de celles-ci, qui sont distinctes les unes des autres par leur consistance, leur couleur, leurs réactions chimiques; tels sont le noyau des cellules, leurs granulations, etc., plongés suivant une disposition constante pour chaque espèce dans la masse principale ou corps de celles-ci. C'est cette construction qui reçoit le nom de *structure* dans l'étude de chaque élément; car il n'est qu'un très-petit nombre des espèces d'éléments qui soient homogènes, c'est-à-dire sans structure, et réduits en fait d'organisation aux caractères qui constituent le premier degré de celle-ci.

A compter du caractère de structure que nous présentent la plupart des éléments anatomiques, ce ne sont plus, à proprement parler, des parties nouvelles ni des caractères nouveaux d'ordre organique qu'on observe dans l'économie, mais seule-

ment des dispositions ou arrangements nouveaux de ces parties élémentaires amorphes ou figurées. C'est ainsi que les *tissus* ont d'abord les caractères d'ordre organique qui précèdent, savoir : d'être formés de matière organisée et d'avoir une structure, c'est-à-dire d'être construits de parties diverses, distinctes, isolables, qui sont une ou plusieurs espèces de cellules ou autres éléments anatomiques réunis d'une manière particulière. Mais, en outre, ils s'élèvent d'un degré de plus dans l'ordre hiérarchique de l'organisation, ils ont un attribut qui leur est propre, consistant en un *arrangement réciproque* déterminé d'éléments multiples d'une ou de plusieurs espèces; arrangement appelé *texture* et distinct de l'une à l'autre des parties complexes ainsi formées selon leur constitution élémentaire, parties appelées *tissus*. Ce qui caractérise ces derniers, c'est conséquemment leur composition complexe, par des parties intégralement séparables, en raison de leur association mécanique par simple contiguïté immédiate, et non plus par union molécule à molécule, comme dans le cas de l'association des principes immédiats composant la substance même de ces éléments diversement configurés et diversement arrangés.

Quant aux autres degrés de l'organisation, ils se rapportent successivement : 1° à la conformation générale des tissus subdivisés en parties similaires constituant les *systèmes organiques*; 2° à la *conformation spéciale des organes*; 3° à la *composition des appareils* par des organes divers avec solidarité, par continuité médiate ou immédiate; et 4° enfin à la réunion des appareils reliés par les systèmes nerveux et vasculaires en un tout, dit *économie* ou *organisme* de conformation spéciale.

Tous ces degrés de l'organisation, à compter du deuxième ou de structure, sont d'autant plus aisés à déterminer et caractérisent une organisation d'autant plus élevée qu'ils sont réunis en plus grand nombre sur quelque être vivant ou ayant vécu.

Le premier des degrés d'organisation est le plus simple, le plus général, le plus indépendant des autres, qui tous au contraire lui sont subordonnés; et il suffit qu'il existe pour qu'on puisse dire qu'il y a organisation, que la substance est orga-

nisée. Toute rudimentaire que soit cette organisation, c'est assez pour que, se trouvant dans un milieu convenable, la cellule qui la présente manifeste au moins les actes d'assimilation et de désassimilation, dits de rénovation moléculaire nutritive; ce qui est vivre, déjà ou encore, selon qu'on prend le corps lors de son apparition ou à la dernière période de son existence.

Mais ce premier degré d'organisation est de beaucoup le plus variable, le plus instable, le moins permanent; dès qu'il est détruit, tous les actes d'ordre organique cessent, ce qui caractérise l'état de mort, et tant qu'il ne l'est pas encore, l'un au moins d'entre ces derniers, la nutrition, persiste, alors que les manifestations des autres sont déjà nulles et devenues impossibles.

Tant qu'il persiste, la manifestation des propriétés, même les plus complexes, comme la contractilité et la névrilité, peuvent réapparaître, alors qu'elles ont cessé, comme, par exemple, si l'on injecte ou laisse revenir du sang dans le cerveau ou dans les muscles après suppression de son afflux. Dès, au contraire, que cet état moléculaire est détruit, ces propriétés, non plus que les moins élevées dans l'ordre de leur complexité, telle que la rénovation moléculaire nutritive, ne réapparaissent jamais; la mort est définitive, lors même que les conditions de milieu intérieur sont rétablies et que les autres degrés, plus physiques ou mécaniques que moléculaires, persistent encore.

Ces données sont de celles sur lesquelles il importe d'insister, car on ne saurait croire combien est grand le nombre de ceux qui, même parmi les médecins, faute de s'être pénétrés de ces notions biologiques fondamentales, ne savent se rendre compte des différences offertes par les tissus pendant la vie et après la mort, qu'en demandant à leur esprit la conception d'un principe inéluctable antérieur et supérieur à l'autonomie de la vie, qui, en s'échappant de l'être vivant, en fait un cadavre.

Selon eux, c'est lui qui par le fer rouge, etc., est chassé, ce qui du tissu vivant fait une partie frappée de mort. C'est lui et non la rénovation moléculaire nutritive, corrélative à l'état d'organisation avec les actes d'évolution et de génération qui

lui sont subordonnés, qui amène le gonflement du tissu non désorganisé ambiant, la séparation de la portion qui se gonfle et se renouvelle d'avec celle qui est réduite à l'état de corps brut ou d'eschare, des liquides qui la repoussent et l'éliminent, la genèse des éléments qui régénèrent un nouveau tissu remplaçant tant bien que mal la perte de celui qui a été désorganisé et détaché.

Et ce fait que l'état d'association moléculaire dont il a été question est bien réellement caractéristique de l'état dit d'organisation, et que c'est jusque-là qu'il faut remonter pour savoir ce qu'est ce dernier, se prouve encore ici par cet autre, que la cessation des propriétés d'ordre organique coïncide avec des changements d'état moléculaire saisissables au sein des éléments anatomiques ; tels sont, par exemple, le passage à l'état grenu de la substance des cellules épithéliales, coexistant avec la cessation des mouvements des cils vibratiles, etc., et tant d'autres exemples connus des anatomistes se manifestant avant que change la forme.

Rien donc de plus faux que de dire que dans la forme gît ce qu'offre d'essentiel l'organisation, et que hors de la forme dite de *cellule* ou autre, il n'y a pas de vie.

Moins stable que les autres degrés de l'état d'organisation, quand celui-ci disparaît, avec lui disparaissent toutes les manifestations dites d'ordre organique ou vital, sans que ces autres degrés soient détruits en même temps. Ainsi, alors que l'état fondamental et le plus essentiel à l'activité de la matière organisée a disparu, par des modifications moléculaires de dédoublements, de combinaisons ou simplement isomériques de coagulation, et précédant de plus ou moins longtemps la putréfaction (mais ne permettant plus la nutrition), les autres degrés plus stables laissent reconnaître que l'organisme a vécu. La forme et la *structure* propre aux éléments ou au moins la *texture* dans les tissus sont conservées, et en raison de ce que ces deux caractères n'existent jamais sans que le premier ait été, ils viennent dévoiler qu'un être a vécu, alors qu'il ne vit plus et n'est plus susceptible de vivre.

En raison de ce que la matière organisée offre de fondamental et d'ordre moléculaire, très-modifiable, en état d'équi-

libre instable, cette matière, toujours disposée en particules ou éléments microscopiques, conserve encore, après la perte de cet état, les autres caractères de l'organisation qui sont les plus manifestes, tels que ceux de figure, de structure propre et de texture par juxtaposition cellulaire, par intrication fibrillaire, etc., de ces parties élémentaires diverses. Aussi ces degrés les plus permanents, les plus aisés à saisir, ont-ils été regardés et sont même encore considérés par bien des personnes comme étant les attributs caractéristiques et essentiels de l'état d'organisation.

Cette croyance a longtemps empêché de remonter jusqu'à la recherche des attributs qui dominent les précédents, et qui, dans les cellules, rendent possible leur rénovation moléculaire continue; de remonter jusqu'à l'examen de ce qui donne une durée longue relativement, à une substance de composition instable, et représente ce qu'il y a de vraiment fondamental dans l'organisation.

D'autre part, il est constaté expérimentalement que les changements qui rendent impossible cette rénovation nutritive, et par suite tous les actes vitaux qui lui sont subordonnés, consistent d'abord en phénomènes de coagulation et autres modifications isomériques des principes immédiats prédominant dans la substance de chaque élément, puis en dédoublements chimiques, conduisant à la putréfaction, sans qu'au début la proportion de ces principes soit changée d'une manière appréciable, et sans que les autres degrés d'organisation plus stables aient été détruits. Il résulte de ces faits que la nature d'un corps peut être déterminée en tant que substance organisée à l'aide de ces caractères qui persistent presque aussi nettement quand il a vécu et cessé de vivre que pendant la durée de sa vie nutritive et animale. Sous ce rapport, cette série de données est capitale; elle doit être nécessairement spécifiée dans toute définition de la substance organisée en général, de l'organisme en particulier; car bien que la qualification d'organisé ne soit pleinement applicable à un corps autant que persiste l'état spécial d'association moléculaire dont il a si souvent été question, nul ne présente quoi que ce soit d'analogue à ce qui vient d'être rappelé plus haut,

s'il n'a d'abord possédé cet état, et nul corps brut surtout ne l'offre. Nul de ces derniers ne conserve ainsi ses caractères les plus tranchés, les plus stables, alors que le plus essentiel (qui dans les êtres organisés est le plus instable) a disparu, et avec lui toutes les propriétés immanentes à cette substance.

Cette double disparition caractérise en réalité ce que les animistes appelaient la *rupture des liens unissant l'âme avec le corps*, la séparation entre le principe vital et l'organisme, la cessation de la vie des éléments, des tissus, etc., et n'est autre que l'évanescence corrélative à celle du caractère précédent, de modes d'activité de la matière que l'on n'observe nulle part hors d'une substance douée d'organisation et jamais sans l'existence de ce caractère.

Dans l'étude des actes d'ordre organique, quels qu'ils soient, il faut, comme on le voit, tenir compte des divers degrés de l'état d'organisation, formant tout un ensemble de conditions d'accomplissement des actes qui se commandent de l'une à l'autre. Ce sont là des conditions intrinsèques, c'est-à-dire relatives aux facteurs mêmes de ces actes, auxquelles, d'autre part, correspond toute une série de conditions extrinsèques ou de *milieu*, tant extérieur, c'est-à-dire relatives à l'atmosphère et aux aliments, qu'intérieur (1) ou se rapportant au sang et autres humeurs. Dans l'étude des questions physiologiques, dans celle des plus complexes surtout, nul n'est libre de s'exempter de les prendre en considération, non-seulement en ce qui touche leur coexistence à chaque moment donné, mais encore en ce qui regarde l'ordre de leur succession dans l'espace et dans le temps, puisque ces conditions changent chaque fois qu'un acte s'accomplit, d'une manière assez prononcée pour que le premier effectué influe sur la modalité du suivant.

(1) Ch. Robin et Verdeil, *Chimie anatomique*. Paris, 1853, in-8, t. I, p. 14.

DEUXIÈME PARTIE

ANATOMIE DES CELLULES

Avant de décrire les cellules, il faut voir quand et comment se sont introduits en anatomie les dénominations de *cellule* et de *noyau*. Plus loin, nous dirons comment se sont introduites les notions physiologiques qu'entraîne avec elle la connaissance de l'existence et des caractères de ces parties constituantes élémentaires, végétales et animales.

Les cellules des plantes étaient connues de Grew (1682), sous le nom de *vésicules;* de Malpighi, sous celui d'*utriculi, vasa utriculiformia* (1686); de Leeuwenhoeck (1), sous celui de *vesiculæ*, *membranulæ*, *corticulæ*. Ces divers noms furent acceptés par leurs successeurs jusqu'à De Mirbel, qui adopta le nom de *cellules* (1800 et 1802, 1806 et 1808), considéra celles-ci comme non isolables, formant un tissu continu, par suite de la communauté des cloisons interposées à elles, et montra qu'elles ne sont pas reliées entre elles par des fibres, mais que les vaisseaux et les fibres des plantes sont des *modifications des cellules*. Il appelle ces parties des plantes des *organes élémentaires*, et les divise en deux groupes, les *vaisseaux* et les *cellules*. Les expressions d'*utricule* et de *cellule* sont celles qui ont été adoptées depuis De Mirbel et ses contemporains (Sprengel, 1802; Bernhardi, 1805; Treviranus, 1806; Karl Rudolphi, 1807, etc., etc.).

Fontana (2) donne le nom de *vésicules* aux cellules adipeuses et épithéliales et Jones (3) celui de *lamelles* ou de *cellules hexagones* aux cellules du tapis choroïdien. Purkinje et Raschkow (4) nomment *cellules pourvues de noyau* (*nucléus*) les cellules de l'épithélium buccal. Enfin l'expression

(1) Leeuwenhoeck, *Opera omnia*, t. IV, 1719, in-4, p. 179, 243, etc.

(2) Fontana, *Traité sur le venin de la vipère*. Florence, 1781, in-4, 4° part., p. 254, 255, 257.

(3) Jones, *The Edinburgh medical and surgical Journal*, 1835, n° 116.

(4) Dans Raschkow, *Meletemata circa mammalium dentium evolutionem*, 1835, in-4, § 12.

de cellule et celle de noyau ou de *nucléus* ont été généralement adoptées depuis lors et depuis la description qu'a donnée Valentin (1) de l'épithélium pavimenteux de divers animaux, chez lesquels il figure même le nucléole et le décrit sans le nommer. Les autres dénominations qui d'après des idées théoriques ou autres ont encore été usitées pour désigner les éléments qui offrent l'état dit de *cellule* sont les suivantes : *cellules primitives* ou *utricules simples*, Valentin (2) ; *cellulæ nucleatæ*, Valentin (3) ; *cellules primaires*, Valentin (4) ; *cellules secondaires*, Kölliker (5) ; *cellules primordiales* et *cellules secondaires*, Dumortier (6). On trouve aussi dans divers auteurs les cellules désignées d'une manière générale sous les noms d'*organismes élémentaires*, d'*organites*, d'*éléments organisés*, etc.

Quant au *noyau*, sa découverte n'est venue qu'après celle des cellules.

Le noyau des cellules n'a réellement été connu comme partie constituante habituelle des cellules que depuis R. Brown (7), qui le décrivit en 1831 dans les cellules des Asclépiadées et des Orchidées, et lui donna le nom de *noyau de cellule* (*nucleus of the cell*). Mirbel (8) appelait le noyau du nom de *sphérule* et le figurait très-exactement, mais sans signaler le nucléole. Fontana (9) le nommait *corps oviforme*, *pourvu d'une tache au milieu*, dans les cellules épithéliales de l'anguille. Valentin (10) le décrit et le figure très-exactement dans les cellules épithéliales de la conjonctive sous le nom de *nu-*

(1) Valentin, *Repertorium fuer Anat. und Physiologie*, 1836, t. I. Berlin. in-8, p. 143, 180, 280, 284, 300, pl. I, fig. 24.

(2) Dans Burdach, *Physiologie*. Paris, trad. fr., 1838, t. III, p. 8.

(3) Valentin, *Repertorium*. Berlin, 1836, t. I, p. 143.

(4) Dans Wagner, *Lehrbuch der Physiologie*. Leipzick, 1839, Heft. I, p. 132, *Beobachtungen über die Genesis der Gewebe*.

(5) Kölliker, *Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden*. Zurich, 1843, in-4, p. 154.

(6) Dumortier, *Ann. des sc. nat.*, 1837. Zoologie, t. VIII.

(7) R. Brown, *Observations on the organs and mode of fecundation in Orchideæ and Asclepiadeæ*, London, 1831, *from the Transactions of the Linnean Society*. London, in-4, 1833, p. 710.

(8) Mirbel, *Recherches sur le Marchantia*, 1831-1832, in-4, p. 99, pl. X, fig. 104 *a* et 108 *b*, *c*.

(9) Fontana, *loc. cit.*, 1781, p. 255 et 276, pl. I, fig. 10.

(10) Valentin, *Rundes Körperchen, welches eine Art von zweitem Nucleus bildet*, *loc. cit.*, 1836, t. I, p. 143, pl. I, fig. 24.

cléus, ainsi que le nucléole, qu'il fut le premier à décrire et figurer sous le nom de *corpuscule rond*, formant une espèce de second nucléus dans le noyau. Schleiden (1) donna ensuite le nom de *cytoblaste* (de κύτος, corps, masse, et βλαστός, germe) au noyau ; il décrivit dans les plantes le nucléole (p. 141) et lui donna le nom de *petit noyau*. Schwann (2) se servit du mot *nucleolus*, et Valentin (3) l'appela *corpuscule nucléaire* ou *nucleolus*. Kölliker (4) a regardé les noyaux comme des *cellules primaires*, *cellules embryonnales*, et comme des vésicules globuleuses ou lenticulaires. Il appelait le nucléole *noyau des cellules primaires* (5), et le considérait comme probablement pourvu d'une enveloppe ; cela n'est pas, tandis qu'il est certain que le noyau est souvent vésiculeux, du moins peu après son apparition. Il est même vésiculeux dans beaucoup de cellules qui n'ont pas de cavité propre, et plus fréquemment que ne le sont les éléments appelés *cellules*. Il en résulte que si l'on prenait à la lettre ce dernier mot, d'après la signification habituelle, ce serait le noyau qui le plus habituellement devrait recevoir le nom de cellule.

Il est un point qu'il importe ici de faire remarquer. Les éléments anatomiques appelés *cellules* comptent parmi les corps les plus véritablement nouveaux pour l'homme que l'on puisse concevoir, c'est-à-dire parmi ceux dont l'existence et les caractères individuels, tant physico-chimiques qu'évolutifs, pouvaient le moins être soupçonnés et devinés avant que le microscope eût permis d'en décéler l'existence. Ils comptent donc parmi les objets qui méritaient le mieux de recevoir un nom générique propre et qui ne permît pas de les faire confondre avec d'autres. Or, ordinairement les sciences les moins avancées empruntent à celles qui le sont plus ou au langage général des termes dont on change plus ou moins le sens pour désigner les choses inconnues jusqu'alors et que l'on compare à celles qui sont mieux déterminées. C'est ce dont nous voyons ici un exemple

(1) Schleiden, *Beiträge ueber Phytogenesis* (*Archiv für Anat. und Physiol.* Berlin, 1838, p. 139).
(2) Schwann, *Untersuchungen*, etc. Berlin, 1838, p. 20.
(3) Valentin, *Kernkörperchen; Repertorium*, 1839, t. IV, in-8, p. 276.
(4) Kölliker, *loc. cit.* Zurich, 1843, p. 140.
(5) *Ibid*, p. 149.

remarquable dans l'adoption, d'après des analogies peu profondes, du mot *cellule*, tiré du langage général où il a une acception aussi différente que possible de celle qu'il a en anatomie et en physiologie. Nulle science n'a plus souffert de ce fait que la biologie, par suite de la tendance que ceux qui ne sont pas familiers avec l'examen des choses mêmes ont à se faire une idée préconçue de la réalité d'après les mots seulement. Les inconvénients de cette manière de procéder se font surtout sentir lorsqu'on voit désigner par le mot *cellule* des objets dépourvus de toute cavité ou qui ont de la manière la plus manifeste les caractères de ceux que désignent les mots *fibres* ou *tubes*.

On voit particulièrement, d'après ce qui précède, qu'il est indispensable de connaître quelques-uns des faits essentiels qui concernent la structure des cellules végétales, si l'on veut acquérir une idée nette de la nature des cellules animales.

CHAPITRE PREMIER

NOTIONS SUR LA CONSTITUTION DES CELLULES VÉGÉTALES

Tout élément anatomique végétal figuré se compose d'une paroi formée de cellulose ou de ses analogues limitant une cavité pleine d'un *contenu* de nature différente de l'un à l'autre. Quand ce contenu n'est pas gazeux, il peut lui-même être soit vésiculeux, soit plein, demi-solide, et qui plus est exister libre de toute enveloppe pendant un certain temps.

L'existence habituelle, bien que non constante, d'une cavité circonscrite par une paroi généralement close de toutes parts fait employer souvent l'expression *cellule végétale* comme synonyme d'*élément anatomique végétal*. Mais ces expressions ne sont synonymes que d'une manière relative. Car, suivant leurs formes, leurs dimensions et leur structure, les éléments anatomiques végétaux, qui, dans le sens absolu du mot, sont en réalité des *cellules*, se divisent en plusieurs types plutôt qu'en espèces. Ce sont les *cellules* proprement dites, les *fibres* ou *cellules fibreuses*, et les *vaisseaux* ou *cellules vasculaires*.

ARTICLE PREMIER. — SUR LA COMPOSITION DE LA PAROI DES CELLULES VÉGÉTALES.

D'une variété à l'autre des cellules végétales la paroi dite de *cellulose* (voy. p. 34), de nature végétale proprement dite ou ternaire, diffère presque à l'infini de structure propre,

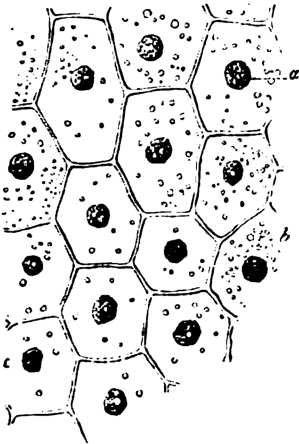


Fig. 1 (*)

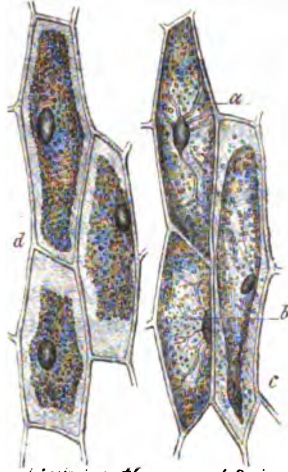


Fig. 2 (**).

d'épaisseur, de consistance, de ténacité et même de couleur ; aussi n'est-il pas possible d'entrer ici dans l'examen des détails qui concernent cet intéressant sujet. Sur le plus grand nombre des cellules il est facile de la distinguer des autres parties constituantes qu'elle enveloppe et protége, auxquelles on donnait souvent autrefois, d'une manière générale, le nom de contenu (fig. 1, *b*). Souvent deux lignes parallèles plus ou moins séparées l'une de l'autre, sous le microscope indiquent par leur écartement son épaisseur et marquent la limite de ses faces externe et interne (fig. 2, *c*, *d*).

Il n'y a pas de réaction chimique qui soit absolument com-

(*) Cellules du tissu de l'axe d'un bourgeon du bulbe du lis (*Lilium candidum*, L.) traitées par la teinture alcoolique d'iode qui a fait rétracter l'utricule azoté dans plusieurs cellules (*c* et *d*), *a*, *b*, cellules avec leur noyau et des filaments traversant la cavité. Grossies 300 fois. (Ch. Robin.)

(**) Cellules de la face interne d'une feuille ou écaille d'un bulbe de lis (*Lilium candidum*, L.). *a*, nucléole au centre d'un noyau sphérique ; *b*, granules grisâtres flottant dans le liquide remplissant chaque cellule. Grossies 250 fois. (Ch. Robin.)

mune à toutes les cellules végétales et sa composition diffère d'une variété à l'autre des cellules. Mais, quelles que soient les variétés de cette paroi à cet égard et ses diversités d'aspect, sa composition chimique élémentaire est ternaire, non azotée. Au contraire, outre des principes ternaires fluides ou solides, la cavité qu'elle limite contient des substances organiques coagulables azotées, analogues à celles qui prédominent dans la composition des cellules animales. Il importe par conséquent de résumer ici les faits qui concernent la nature chimique de ces deux groupes de substances organiques.

Berthelot a montré que les *substances organiques végétales* non azotées peuvent être représentées par du carbone uni à l'hydrogène et à l'oxygène associés dans les proportions de l'eau (*hydrates de carbone*). Leur composition est représentée par des multiples (encore à déterminer pour la plupart d'entre elles) d'une *glycoside* de la formule brute $C^{12}H^{10}O^{10}$, c'est-à-dire combinée plusieurs fois avec elle-même (condensation de plusieurs molécules glycosiques en une seule). Ce sont donc des *polyglycosides* ou *polysaccharides* (Berthelot) pouvant former des sucres $C^{12}H^{12}O^{12}$ par acquisition de H^2O^2 ou être formés par ses *saccharosides* condensés perdant 2, 4, 6, etc., équivalents d'eau (H^2O^2). On comprend dès lors combien peut être considérable le nombre de ces substances pouvant différer par leurs réactions, leur solubilité, etc., tout en conservant de grandes analogies de composition chimique élémentaire. On sait que les glycosides jouent le rôle d'*alcools polyatomiques* (hexatomiques), qui combinés à d'autres glycosides, comme un acide à un alcool, donnent les *saccharosides analogues* aux éthers. Ces substances organiques végétales sont donc des composés remplissant les fonctions chimiques d'éthers plus ou moins complexes. Berthelot a classé ainsi qu'il suit les nombreuses variétés des substances organiques ternaires.

1° Les principes végétaux solubles dans l'eau (gommes, dextrines, glycogène) sont des *diglycosides* $(C^{12}H^{10}O^{10})^2$.

2° Ceux qui se gonflent seulement en s'hydratant plus ou moins dans l'eau chaude ou froide sont des *triglycosides* $(C^{12}H^{10}O^{10})^3$, tels que les fécules, les mucilages, le paramylon, l'inuline, etc.

3° Ceux qui, non modifiés par l'eau chaude ou froide, comme le sont les précédents, sont bleuis par l'iode directement ou après l'action des alcalis faibles, ou de l'acide sulfurique étendu et sont dissous par l'oxyde de cuivre ammoniacal, telle est la *cellulose* proprement dite, sont des *tétraglycosides* $(C^{12}H^{10}O^{10})^4$.

4° Les principes ligneux proprement dits et les principes dits *incrustants*, puis la cellulose animale ou *tunicine*, sont des condensations d'un plus grand nombre encore de molécules $C^{12}H^{10}O^{10}$, mais dont le chiffre n'est pas encore bien déterminé par l'analyse. Dans la paroi des cellules, ces polysaccharides sont presque toujours unis à des sels calcaires ou siliceux, à des corps résineux colorés, etc. La potasse ne les attaque pas comme elle le fait pour la cellulose.

5° Enfin les composés *ulmiques* sont des dérivés des précédents dont plusieurs molécules se sont encore condensées, mais avec perte de plusieurs équivalents d'eau, ce qui leur fait perdre les caractères d'*éthers* et prendre ceux d'*acides* faibles.

Quant aux *substances albuminoïdes* animales et végétales, tout porte à faire admettre (Hunt, Berthelot) que ce sont des amides complexes formés par l'association de la glycollammine, de la leucine, de la tyrosine, etc., avec divers principes oxygénés qui appartiennent d'une part à la série acétique et autres acides à 4 équivalents d'oxygène ou acides gras, et d'autre part à la série benzoïque. Les différences qui existent entre les divers albuminoïdes résultent de celles des amides et des corps oxygénés générateurs, de leurs proportions relatives et de leurs degrés de condensation, comme pour les polyglycosides végétaux. Il en est qui, comme la chitine et la cartilagéine, résultent de l'association des corps précédents avec de la glycose, qu'elles cèdent sous l'influence des acides, tandis que celle-ci ne s'extrait ni de l'albumine, ni de la géline, etc. Les composés générateurs ci-dessus sont ceux qu'on en retire sous l'influence de la chaleur, des alcalis, de certains acides et de la putréfaction. Presque tous les composés dits *albuminoïdes* renferment de 52 à 54 centièmes de carbone, 6 à 7 d'hydrogène, 15 à 16 d'azote (la chondrine et la chitine en donnent la moitié moins), 22 à 23 d'oxygène, des traces de soufre (qui viennent peut-être d'amides sulfurés généra-

teurs), de phosphore et de sels calcaires. Il est douteux que ces combinaisons soient des corps isomères. Il paraît plus probable que comme pour les graisses, ce sont des mélanges de divers composés non isomériques, dont, de l'un à l'autre, la composition est très-voisine (Berthelot).

Notons que c'est dans le troisième groupe des substances ternaires, ou groupe des *celluloses* proprement dites ou *corps cellulosiques*, que se rangent ceux qui, insolubles dans la potasse, sont gonflés par l'acide sulfurique faible, gonflés, puis dissous par l'acide sulfurique froid concentré, et dont les variétés séparées en se fondant sur telles ou telles réactions au contact des acides puissants, de la potasse, du réactif cupro-ammoniacal, des hypochlorites, ont été appelées *dermose*, *xylose*, *médullose*, *médulline*, *paraxylose*, *exomédullose*, *fibrose* (Fremy), etc.

C'est dans le quatrième groupe que se rangent les substances dites *incrustantes*, *intercellulaires*, *cuticulo-cellulaires*, *lignin*, *lignone*, *ligniréose*, *lignose* (Payen), *xylogène*, etc., *corps épiangiotique* (Fremy); et peut-être celles dites *vasculose*, *exofibrose*, etc., par Fremy. Les substances incrustantes sont insolubles dans l'acide sulfurique. Ce sont elles et non les celluloses qui noircissent au contact de cet acide quand on y plonge du bois (Payen); elles ne bleuissent pas sous l'influence de l'iode avant ni après l'action des acides; elles sont inversement solubles dans l'acide azotique et dans les hypochlorites qui au contraire ne dissolvent pas les celluloses proprement dites.

La *cutose* (Fremy), ou substance composant la cuticule de l'épiderme végétal, se rapproche des corps gras par sa composition élémentaire et par certaines de ses réactions. Il en est de même de la *subérine* ou principe accompagnant dans les cellules du *liége* la variété de cellulose dite *fibrose*, qui toutefois diffère de la cutose. La potasse fait éprouver une sorte de saponification à l'une et à l'autre. L'acide azotique les attaque en les oxydant et les faisant passer à l'état d'acides gras et autres. L'acide sulfurique n'agit que peu et lentement sur la cuticule et non sur la subérine.

Quant à la *fungine* (Braconnot), principe immédiat fonda-

mental de la paroi des cellules des champignons, au *phycin* des cellules des algues et au principe fondamental des cellules des lichens (qui n'est pas la *lichénine*), ils se rapprochent par leur composition centésimale des *celluloses* proprement dites. Ils ne bleuissent pas au contact de l'iode avant ni après l'action de l'acide sulfurique. Ce réactif les jaunit. Ils semblent être combinés à des principes soit incrustants, soit azotés qui n'ont pas été encore déterminés. Pourtant la paroi de certaines cellules des organes reproducteurs de ces divers cryptogames bleuit au contact de l'iode directement ou après l'action des acides.

La *fungine* et le *phycin* ne sont pas dissous par l'acide sulfurique étendu. Mais l'acide sulfurique concentré les dissout ainsi que les acides chlorhydrique, azotique et la potasse (1).

ARTICLE II. — SUR L'UTRICULE AZOTÉ ET LE NOYAU DES CELLULES VÉGÉTALES.

Dans la plupart des cellules végétales, quand s'est produit l'utricule *azoté*, dit aussi *primaire* ou *primordial*, il forme une couche ou membrane cellulaire bien distincte du contenu. Le fait est surtout évident quand l'action de l'iode qui le rend jaune brunâtre, ainsi que le noyau (fig. 1, *a*), montre celui-ci enclavé dans un dédoublement de cette membrane azotée. Dans les Conferves on la trouve parfaitement nette, facilement isolable avec ou sans noyau. Elle se montre sous forme d'une pellicule délicate épaisse de $0^{mm},001$ à $0^{mm},002$, grisâtre, homogène ou finement grenue, avec ou sans plis très-fins (fig. 2, *a*, *b*).

Du noyau, cytoblaste, ou nucléus des cellules végétales (*vésicule nucléenne* (Kernblaschen). Naegeli, dans *Schleiden und Naegeli. Zeitschrit fuer wissenschaf tlichen, Botanik*, 1844). Dans toute cellule végétale, à la description de l'utricule primordial se rattache celle du *noyau* ou *cytoblaste* (κυτος, *cavité ;* βλαστος, *germe*). Le noyau est un corpuscule particulier, partie

(1) Pour les détails des procédés à suivre dans l'examen des diverses sortes de cellules végétales, voyez Ch. Robin, *Traité du microscope et des injections*. Paris, 1872, in-8, p. 833 et suiv.

importante de la cellule, bien distinct de son contenu. Il fait partie du corps ou masse cellulaire originelle et plus tard il est inclus dans l'utricule primordial; il est formé de la même matière azotée jaunissant par l'iode. Comme lui, il est sans moyen d'union avec la paroi de cellulose autre que le contact. Comme l'utricule des plantes, son existence est liée à la période de développement et à celle de la grande activité nutritive de la cellule végétale, à celle où cette dernière n'est pas arrivée à l'état ligneux; aussi, quoique son rôle soit ordinairement passager comme celui de l'utricule, il reste souvent avec lui dans les organes où persiste cette activité de nutrition; il n'existe que dans les cellules où l'utricule existe, il manque où il est absent comme dans les cellules du bois proprement dit où le protoplasma a disparu. Il y a assez souvent des cellules avec un utricule azoté sans noyau (fig. 3, *a*, *b*), il n'y a jamais de noyau sans utricule.

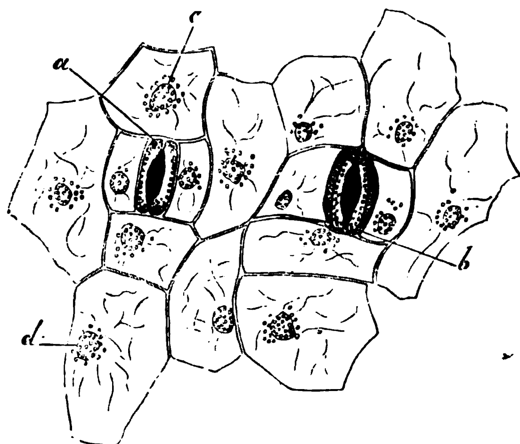


FIG. 3 (*).

Ainsi le noyau n'appartient pas à la paroi de cellulose, mais à l'utricule primordial azoté qui tapisse la face interne de l'autre membrane. Ses relations avec lui, sa composition chimique,

(*) Épiderme et stomates de la surface externe des folioles caliciformes des *Tradescantia virginica*. *c*, *d*, noyaux vésiculeux entourés de granules; *a*,*b*, stomates limités par deux cellules contenant des granules de chlorophylle, qui manquent dans les cellules épidermiques. Grossies 280 fois. (Ch. Robin.)

montrent que ce corps est une partie fondamentale de la cellule, quoique transitoire dans certaines d'entre elles; il ne doit, par conséquent, pas être mis au même niveau et dans le même groupe que les *contenus* très-variables des cellules, tels que les fécules, la chlorophylle, etc. Les *contenus* cellulaires tels que les décrivent les auteurs, siégent dans la cavité de l'utricule azoté dont fait partie le noyau, la membrane de cellulose forme une enveloppe protectrice du tout. Des fils mucilagineux granulés lient le noyau à l'utricule, lorsque, par exception, il reste au centre de la cellule pendant la production du protoplasma. On en voit qui s'étendent d'un côté à l'autre de l'utricule dans des points très-éloignés du noyau, ou du noyau à la paroi opposée, quand celui-là est inclu dans l'épaisseur de l'utricule, ce qui est le cas le plus ordinaire.

Le *nucléole* (fig. 1, *a* et fig. 3, *d*) ou les nucléoles, quand il y en a deux ou trois, sont des corpuscules très-petits (0,001 à 0,002 mil.), mais pourtant plus gros et plus brillants au centre que les granulations moléculaires du noyau. Ils sont sphériques, à bords nets et foncés; leur masse est homogène, non granuleuse, comme celle du noyau dont ils occupent la partie centrale ou à peu près. Cependant quelquefois, mais très-rarement, ils renferment une granulation moléculaire à leur centre, qui reçoit le nom de *nucléolule*.

Il n'est pas très-rare de ne trouver aucune trace de nucléole dans des noyaux parfaitement constitués et très-distincts sous tous les autres rapports. Il se comporte au contact des réactifs comme celui des cellules animales (voy. chap. II, art. IV).

L'*utricule azoté* des cellules végétales correspond aux corps des cellules animales; le *noyau* des cellules végétales, qui est également azoté, lui adhère ou est inclus dans son épaisseur, comme celui des cellules animales est inclus dans la substance du corps lorsqu'il est devenu vésiculeux par production d'un protoplasma (voy. p. 7). Ni dans les unes ni les autres le noyau ne doit être rangé au nombre des substances qui font partie du contenu cellulaire. Dans les plantes, l'*utricule azoté* est pour beaucoup de cellules une partie constituante dont l'existence est temporaire; la paroi de cellulose, bien que lui étant surajoutée en quelque sorte au point de vue de la nais-

sance et du développement, finit par lui survivre anatomiquement pour former la partie fondamentale du tissu végétal.

L'utricule primordial avec son contenu (*protoplasma*) est la partie essentiellement active des plantes (*germinal matter* de Beale) au point de vue de la nutrition ; la paroi de cellulose est en quelque sorte par rapport à lui une coque squelettique, ce que la coquille est au mollusque qu'elle protége.

ARTICLE III. — SUR LE CONTENU DES CELLULES VÉGÉTALES.

Le contenu proprement dit des cellules ne nous arrêtera ici que peu de temps. Nous avons indiqué plus haut (p. 7) comment il se produit. Les faits anatomiques qui précèdent ont, en effet, avec ceux que montrent les éléments anatomiques des animaux, de plus fréquents points de contact qui seront signalés chemin faisant.

Le *contenu* est solide, liquide ou gazeux. Le contenu solide est formé de grains de *fécule* pressés les uns contre les autres dans les interstices desquels se trouvent, ou des gouttes d'huile (CYPERUS *esculentus*, L.), ou un liquide avec ou sans granulations moléculaires (SOLANUM *tuberosum*, L. ; HELIANTHUS *tuberosus*, L.).

Le contenu liquide est quelquefois huileux et homogène (*huiles essentielles* des aurantiacées) ou aqueux avec ou, assez rarement, sans granulations moléculaires azotées, grains de fécule, de chlorophylle, gouttes huileuses ou résineuses en suspension, cristaux (fig. 5, *f*), etc. Le liquide qui tient les granules, etc., en suspension, est coagulable par les agents qui précipitent l'albumine et se colore en jaune ou jaune brun par la teinture d'iode, comme le font les substances organiques azotées (fig. 2). Le contenu coloré reçoit souvent le nom d'*endochrome*, surtout dans les algues, quand les matières colorantes rouges, bleues, etc., sont à l'état granuleux.

Le contenu gazeux est homogène, variable dans sa composition, suivant les espèces végétales et les régions du corps de la plante, et s'observe quand le précédent disparaît par une cause ou par l'autre, et *vice versa;* car jamais un élément anatomique ne commence par avoir son contenu à l'état gazeux.

Notons aussi que Beneke (1862) et d'autres auteurs encore ont vu se séparer du contenu glutineux de jeunes cellules de beaucoup de plantes en voie de croissance, des gouttes, des mélanges albumino-graisseux, qu'on a appelés *myéline*, en raison de ce que sous le microscope elles offrent un double contour, etc., comme la myéline des tubes nerveux et de ce que, comme dans celle-ci, on pense y avoir constaté la présence de la cholestérine et de la lécithine.

Tableau synoptique des matières contenues dans les cellules végétales.

CONTENUS

- a. *gazeux*..
  - 1° Air pur.
  - 2° Mélange d'oxygène (88 parties), d'acide carbonique, d'hydrogène et d'azote.
- b. *liquides*.
  - 1° Liquides aqueux ou mucilagineux, sucrés, à inuline, pectine, gommes, etc.
    - Sans granulations.
    - Avec granules azotés ou amylacés (cellules des bulles et de beaucoup de parenchymes).
    - Avec des gouttelettes d'huiles colorées aromatiques (cellules du parenchyme des pommes, des melons, etc.).
  - 2° Liquides uniformément colorés par des substances dissoutes (cellules des pétales, des fruits et feuilles colorés, etc.).
  - 3° Liquides homogènes d'essences (Aurantiacées, Myrtinées, Hypericum, etc.).
  - 4° Liquides huileux, en gouttelettes émulsionnées dans un liquide mucilagineux (liquides laiteux des laticifères, de certaines cellules, des cellules de l'amande du noyer, etc.).
  - 5° Résines, caoutchouc, gutta-percha, etc., en gouttes émulsives liquides ou demi-liquides.
- c. *solides*..
  - 1° Chlorophylle (en masse, ou en grains suspendus et flottants dans un liquide mucilagineux, ou adhérents aux parois sans ordre, ou régulièrement en spirale, etc. comme dans beaucoup de conferves).
  - 2° Phycocyane et phycoérythrine des algues.
  - 3° Grains d'amidon et d'aleurone (très-petits, mêlés à des granules azotés, comme dans les liquides 1°, ou plus ou moins gros remplissant les cellules en tout ou en partie).
  - 4° Cristaux de sels inorganiques divers (oxalates, tartrates, etc., en aiguilles ou raphides, ou de forme déterminée ; uniques ou agglomérés, retenus réunis par une masse azotée ou mucilagineuse).

ARTICLE IV. — SUR LES PRINCIPALES VARIÉTÉS DE CELLULES VÉGÉTALES.

Tous les éléments anatomiques végétaux pourvus de leur paroi de cellulose, sont des cellules dans le sens propre de ce

mot. Cependant, lorsqu'on veut en étudier tous les caractères, on reconnaît bientôt qu'ils se séparent en groupes très-différents. Ce sont des types d'une même espèce plutôt, ou peut-être autant d'espèces distinctes, car ces types présentent eux-mêmes des variétés. Ces types ne se transforment pas tous l'un en l'autre; c'est ainsi que d'une cellule quelconque on ne verra pas provenir un laticifère, une trachée ou même une fibre ligneuse, ni un filament de mycélium ou une cellule ramifiée des Algues, etc. Pourtant quel que soit le type des éléments anatomiques végétaux qu'on examine, tous ont pendant un

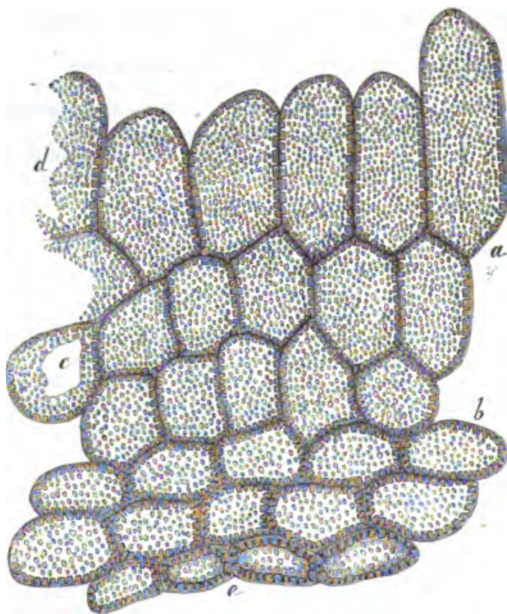


Fig. 4 (*).

certain temps, vers les premiers moments de leur naissance, les caractères généraux de forme, de volume et de structure générale des cellules, tels qu'ils sont énoncés plus haut; tous passent par l'état de cellules, même ceux qui, plus tard,

(*) Cellules ponctuées des couches extérieures d'une galle de Crucifère, d'espèce indéterminée. *a*, *b*, cellules entières montrant la disposition des *ponctuations* dans l'épaisseur des parois; *c*. *d*. cellules à paroi déchirée. Grossies 300 fois (Ch. Robin).

prendront la forme de fibres, etc. Généralement il est possible de distinguer un élément nouvellement formé appartenant à un type, de ceux de tout autre type ; quelque petite, quelque jeune que soit une cellule, il est dès l'abord possible de reconnaître à quel type elle appartient. Il n'est, en effet, pas de cellule à fil spiral, quelque petite qu'elle soit, qui puisse être confondue avec une cellule du tissu cellulaire ou une cellule fibreuse.

Les principaux types de cellules ou éléments anatomiques végétaux sont les suivants :

Premier type. — *Cellules* proprement dites, éléments sphériques, ovoïdes, cylindriques, polyédriques, aplatis ou étoilés, à peu près d'égales dimensions en tous sens, quelle que soit l'épaisseur des parois, ou ayant une longueur égale à trois ou quatre fois la largeur, mais avec des parois minces, et adhérence aux éléments voisins généralement égale dans tous les sens.

C'est à ce type que se rattachent les individus de la plupart des espèces végétales qui ne sont représentés que par un seul élément anatomique libre et isolé, ayant une existence indépendante (Diatomées, Palmellées, etc.). Il offre plusieurs variétés, telles que les *cellules épidermiques*, *cellules ponctuées* (fig. 4, *a*, *b*, *c*), *cellules rayées*, etc., *cellules du suber ou liége*, de l'*endoderme* (*Cambium* de quelques auteurs), *spores des cryptogames*.

Deuxième type. — *Cellules filamenteuses;* éléments cylindriques, rarement prismatiques par compression réciproque, dans lesquels un diamètre étroit coïncide avec une longueur généralement au moins huit ou dix fois et jusqu'à cinquante fois plus grande, des parois minces, assez souvent des ramifications et une adhérence plus grande par leurs extrémités contiguës que par la périphérie, lorsque toutefois elles ne sont pas libres. Ce type est représenté par les cellules des filaments de mycélium de tous les cryptogames ; souvent une partie des tissus de leur stipe, etc. ou la totalité de celui-ci dans les êtres simplement filamenteux sont composés par des cellules de cette sorte. C'est à ce type plutôt qu'aux cellules fibreuses que se rattachent les filaments qui accompagnent la graine de cer-

taines Asclépiadées, Salicinées, etc., diverses cellules des poils végétaux (fig. 5, *c*, *d*).

Les plantes dites *cellulaires* ne renferment que des éléments appartenant à ces deux types. Leurs dimensions peuvent être

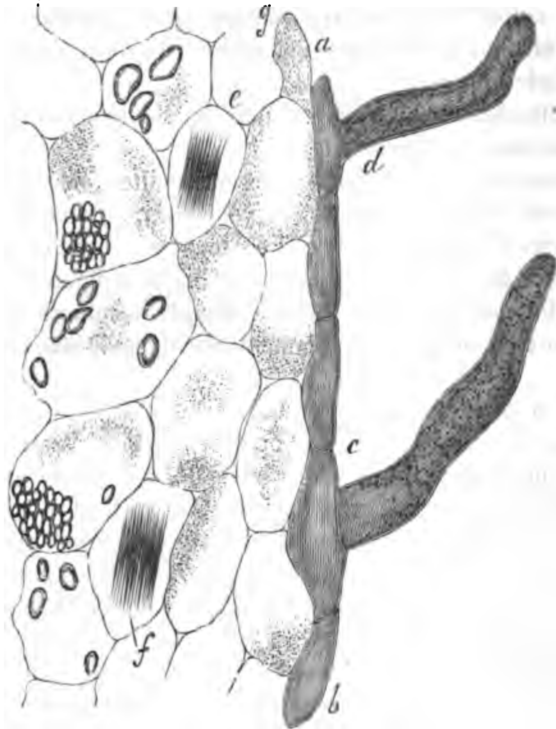


Fig. 5 (*).

de un millième de millimètre seulement dans tous les sens, comme on le voit sur celles (spores) par lesquelles débute l'évolution des *Leptothrix* (bactéries), et tout en conservant cette épaisseur elles peuvent atteindre une longueur trop considérable pour qu'on puisse la mesurer, ainsi qu'on le constate sur celles qui, par leur réunion, forment des traînées blanches du

(*) Coupe de la superficie du *pseudobulbe* ou tubercule de l'*Ophrys myodes*, L. *a*, *b*, couche épidermique brunâtre ; *c*, *d*, poils simples ; *e*, *f*, cellules contenant des raphides, d'autres dans le voisinage renferment des grains de fécule ; *g*, cellules a contenu finement granuleux, grisâtre. Grossie 300 fois (Ch. Robin).

mycélium des Agarics. Cette grande longueur se retrouve du reste sur les cellules du mycélium de beaucoup d'Algues et de Champignons, dérivant directement de spores restées plus ou moins longtemps ovoïdes ou sphériques, et plus ou moins petites. Le mycélium de la plupart des champignons basidiomycètes et ascomycètes est uniquement représenté par des filaments d'abord simples, puis ramifiés, formés par une seule cellule allongée, ou plus rarement par plusieurs cellules placées bout à bout : alors les filaments sont cloisonnés. La longueur des traînées visibles à l'œil nu qu'ils forment le long des racines, etc., peut être de plusieurs mètres pour les Agarics, etc. Chaque filament ou cellule est épais de $0^{mm},001$ seulement, quelle que soit sa longueur, et ressemble à ceux des Leptothrix quand il est réduit en courts fragments. En approchant du point où s'élèvent les stipes du champignon proprement dit, leur largeur devient de quatre ou huit fois plus grande. La couleur blanche des traînées rubanées ainsi formées est due à l'air que les cellules filamenteuses retiennent entre elles, mais non dans leur cavité.

Les nombreux granules, très-fins, de volume uniforme, que le microscope montre dans le mucus s'altérant, d'infusions et de macérations diverses, libres ou à la surface des cellules d'épithélium lingual, intestinal, etc., ont été regardés par Klob comme étant le *Bacterium punctum*, passant d'abord à l'état de *B. termo*, puis de *B. catenula*, et enfin à l'état de *Leptothrix*. Ce sont ces granules, véritables spores, qui sont les *Zoogloea*, les *Microzyma* de Béchamp, devenant *Bactéries* et *Leptothrix* ou encore *Micrococcus* (Hallier) quand ils s'allongent en filaments moniliformes, et non à bords parallèles. On les dit susceptibles de se développer en *Oïdium* dans les mucus, en *Penicillum* à l'air, lesquels font retour au *Micrococcus* par certaines de leurs formes de fructifications, fructifications parmi lesquelles comptent les corpuscules cryptogamiques provenant des *Oïdium* appelés *Cylindrotænium*. S'il en est réellement ainsi, comme le fait est probable, ces êtres devront être classés parmi les champignons mucorinés. D'après B. Crivelli et L. Maggi (1869), les granules (*Micrococcus*, *Microzyma*) s'unissent en série linéaire, commençant d'abord par deux, trois, quatre, etc. Arri-

vées à six, il en est qui présentent déjà les mouvements propres aux *Vibrio baccillus* et *lineola*. Au bout de vingt-quatre heures, ils ont tous les caractères de ces Vibrions, qui bientôt passent à un état dans lequel ils représentent un mycélium ayant les caractères des *Leptothrix*. Ces granules (*micrococcus*, *microzyma*) ont les réactions des spores et des autres cellules à paroi de cellulose, c'est-à-dire qu'ils sont insolubles dans l'ammoniaque, ce qui permet de les distinguer des infusoires et des *granulations moléculaires* azotées diverses, végétales et animales, avec lesquelles il faut se garder de les confondre.

Quelles que soient les conditions dans lesquelles ces spores se développent, elles se montrent d'abord sous forme de points, les plus petits que puisse déceler le microscope, se réunissant ensuite en groupes nébuliformes, qui composent à la longue des amas diversement configurés suivant la nature des liquides dans lesquels ils se trouvent (fig. 6, A, B, D, E). Là elles ne sont plus libres, mais réunies par une gangue hyaline, en formant parfois à la surface des liquides des membranes molles surmontées de saillies microscopiques variées et plus ou moins subdivisées (A, D). Que ces spores soient libres ou ainsi incluses dans une gangue, on suit toutes les phases de leur allongement en bâtonnets (voyez de E en B) ou *bactéries* (C), puis en longs filaments mycélioïdes ou *Leptothrix*, qui cessent de présenter les mouvements oscillatoires souvent très-vifs qu'ils présentaient d'abord, soit lorsqu'ils étaient libres, soit autour de leur point d'adhérence comme centre (en C).

Troisième type. — *Cellules fibreuses* (*clostres*); éléments superposés bout à bout, cylindres à diamètre généralement étroit et de longueur considérable avec des parois épaisses, ou assez minces quand elles sont jeunes et d'une longueur seulement de cinq à six fois plus grande que la largeur, mais pourtant relativement plus épaisses et plus longues que les cellules du tissu cellulaire ambiant, adhérant généralement bien plus par leurs extrémités que par leur circonférence.

Ce type est représenté par les cellules qui, superposées bout à bout, forment des fibres ligneuses du bois et celles du liber. Elles offrent plusieurs variétés : *cellules libériennes*, larges, à

parois épaisses et homogènes; *cellules fibreuses*, *ponctuées*, *rayées*, etc.

QUATRIÈME TYPE. — *Cellules vasculaires;* éléments superposés ou articulés bout à bout, à parois minces, soit absolument, soit par rapport au diamètre, plus souvent cylindriques que polyédriques, étroits et à extrémités conoïdes empiétant l'une sur l'autre, larges et à extrémités aplaties, exactement



FIG. 6 (*).

superposées, généralement mais non absolument beaucoup plus longues que larges.

Les éléments de ce type sont représentés par les cellules qui, superposées ou articulées bout à bout, forment les vaisseaux des plantes dites vasculaires. Ils offrent plusieurs varié-

(*) Gangue hyaline formant pellicule à la surface d'une eau de mare contenue depuis trois mois dans une large éprouvette et remplie de spores de *Vibrio bacillus* ou bactéries *E* (*Microzyma*, etc.); *A*, *B*, saillies végétantes de la surface de la pellicule, subdivisées en digitations de grandeurs et de formes variées; *A*, *D*, *E*, saillies pleines de spores immobiles; *B*, *E*, saillie dans laquelle on voit les phases du développement des spores en bactéries; *C*, groupe de bactéries libres adhérentes à une saillie et oscillant vivement autour de leur point d'adhérence. Au bout de quelques mois ou de quelques semaines, selon l'état de la température et la composition du liquide, la gangue forme une pellicule hyaline dépassant extérieurement la masse des spores à la surface des digitations dont le centre se liquéfie. Sa rupture laisse sortir les amibes, quand il y en a, et les bactéries et les spores dont le nombre diminue graduellement alors. Grossie 520 fois (Ch. Robin).

tés : *cellules vasculaires à filament spiral* ou des *trachées*, *cellules vasculaires ponctuées* ou des *vaisseaux ponctués; cellules vasculaires laticifères* ou des *vaisseaux laticifères* à parois généralement minces, homogènes, translucides, s'affaissant sur elles-mêmes, ramifiées et anastomosées. Aux cellules trachéales se rattachent celles des vaisseaux réticulés; à la variété des *cellules vasculaires* ponctuées se rattachent celles des vaisseaux rayés et scalariformes.

ARTICLE V. — CELLULES DEVENANT DES ORGANES (ORGANES PREMIERS UNICELLULAIRES).

Il y a des organes des plantes qui ont, lors de leur naissance et dans les premiers temps de leur développement, possédé tous les caractères des cellules proprement dites, mais qui, peu à peu, en perdent les caractères, en acquièrent qui les éloignent de ceux qu'ils ont eus d'abord; ils deviennent ainsi de véritables *organes premiers unicellulaires* spéciaux, différents des *éléments anatomiques* proprement dits, dont ils dérivent; tels sont les ovules, par exemple (1).

Ils constituent des organes dérivant d'un seul élément anatomique (*organes premiers unicellulaires*), ou de plusieurs cellules soudées, comme nous en verrons des exemples. C'est ce que démontrent d'autre part, au point de vue physiologique, leurs usages spéciaux en rapport avec leur structure particulière; plusieurs pourtant gardent toujours une analogie plus ou moins grande avec les cellules dont ils dérivent. C'est ainsi

(1) Notons que ce fait ne s'observe pas sur les plantes seulement, mais qu'il en est d'analogues sur les animaux. En d'autres termes, en raison de ce que les éléments anatomiques cellulaires et autres sont doués d'une vie individuelle propre, ils peuvent isolément remplir tel ou tel rôle spécial déterminé, ainsi qu'on le voit pour les ovules, pour les ganglions nerveux sympathiques représentés par une cellule isolée, etc. Au contraire, il est d'autres cellules nerveuses, etc., qui n'agissent dans l'économie qu'associées, en plus ou moins grand nombre, avec un arrangement réciproque particulier et un groupement spécial en organes premiers multicellulaires. — D'autre part, dans les Myxomycètes et autres champignons, dans les Éponges, etc., il est des cellules de segmentation, c'est-à-dire correspondant aux cellules blastodermiques ou embryonnaires des vertébrés, etc. qui, après avoir vécu librement et isolément pendant un certain temps, se réunissent et se soudent en organes premiers multicellulaires (*Plasmodium*), passant ensuite par des phases évolutives diverses.

qu'il en est qui conservent pendant toute leur existence une paroï cellulosique close de toute part et une cavité distincte, mais d'autres forment une masse aussi dense vers le centre que vers la périphérie, et n'ont souvent pas d'enveloppe de cellulose. Il importe de les signaler ici pour achever de faire connaître quels sont tous les éléments anatomiques des plantes.

1° Les *Sporanges* (*Thèques*, *Périspores*, *Oospores*, etc.). Leur forme et la nature de leur contenu les différencient de toutes les autres cellules du végétal; elles ont perdu les caractères de cellules ordinaires avant que les zoospores et les spores ne s'individualisent à l'aide et aux dépens du contenu de leur cavité par segmentation de celui-ci (fig. 7, *b*). Aussi l'on ne saurait considérer l'individualisation des spores comme un cas de *génération endogène* ou *intra-cellulaire proprement dite*.

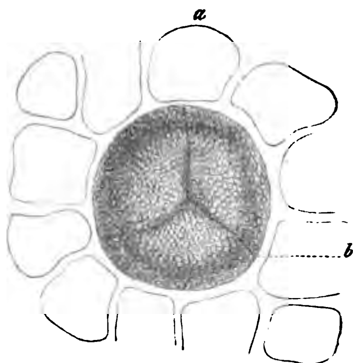


FIG 7 (*).

2° Ces remarques s'appliquent de la même manière aux *Anthéridies* et aux *Spermogonies* ou *ovules mâles des Cryptogames*.

3° Elles s'appliquent avec au moins autant de force à l'*Ovule femelle* ou *sac embryonnaire des Phanérogames*, surtout en ce qui concerne la disposition de la paroi et la nature du contenu comparé à celui des autres cellules du végétal étudié, surtout encore en ce qui regarde la forme et le volume quelquefois si bizarre de cet organe (Crucifères, Anthirrhinées, Conifères, etc., etc.).

4° Ces observations sont applicables aussi aux *Ovules mâles des Phanérogames* ou *utricules mères polliniques*.

5° Ces données s'appliquent également aux divers corps reproducteurs des Cryptogames, qui, tout en étant sphériques, ovoïdes, etc., très-petits, avec cavité distincte de la paroi, diffèrent complétement des cellules de l'individu qui les pro-

(*) *a*, cellules du parenchyme de l'*Ulva lactuca*; *b*, sporange qu'elles entourent, dont le contenu commence à se segmenter pour former des spores. Grossie 400 fois (Ch. Robin).

duit et diffèrent même entre elles d'une espèce à l'autre, quant à la structure, plus que les cellules d'un type quelconque; cela est très-évident pour celles qui ont deux enveloppes de cellulose. Ces corps reproducteurs en forme de cellules qu'il importe de distinguer des autres éléments anatomiques de la plante qui les fournit et qu'eux-mêmes reproduiront dans certaines conditions données, sont les suivants :

Beaucoup de champignons (*Erysiphe*, *Ascophora*, etc.) donnent naissance à une première sorte de corps reproducteurs autrefois appelés Spores et *Sporidies*, et cela lorsqu'ils ne sont encore qu'à l'état de mycélium. C'est ce qu'on nomme avec M. Tulasne, des *Conidies*. Plus tard, quand sur ce mycélium et à ses dépens est formé le stroma, on y voit apparaître un *hymenium* portant des *clinodes* ou cellules linéaires allongées, au sommet desquelles naissent des corps reproducteurs différents des premiers : on appelle *Stylospores* ces corps reproducteurs acrogènes qui naissent nus (c'est-à-dire sans être enveloppés par une thèque ou sporange) au sommet de ces clinodes ou basides analogues à ceux des Agaricinées. Souvent leur développement est précédé par celui des *Spermaties* ou organes mâles, qui sont également acrogènes sur des clinodes, mais filiformes, courtes et ténues. Enfin, plus tard naissent les thèques ou sporanges, et dans ceux-ci d'autres corps reproducteurs d'un troisième ordre et plus parfaits, qui se produisent sans rapport de continuité avec la plante mère. C'est à eux qu'on réserve le nom de spores proprement dites. Ces trois sortes de corps reproducteurs ont, pour nombre de plantes, été décrites autrefois comme autant d'espèces unicellulaires différentes. Il est des espèces dans lesquelles on ne connaît que les conidies et les stylospores, dans d'autres seulement les stylospores (genre *Sporocadus*) avec ou sans spermaties (genre *Cytispora*), et les spores endothèques (*Sphæria laburni*).

Ces notions s'appliquent, à plus forte raison, enfin aux autres *cellules reproductrices* analogues aux précédentes qui sont ciliées et mobiles et, par suite, appelées *Zoospores*. Ces corps reproducteurs se rencontrent avec toutes les formes précédentes ou avec un certain nombre d'entre elles chez certaines

espèces, comme, par exemple, sur les Champignons des genres *Péronospore* et *Cystopus*, ou seuls, comme on le voit particulièrement dans les Algues. Ils sont tantôt entièrement homogènes, principalement formés de la masse de substance azotée représentant l'utricule primordial des autres cellules; tantôt, comme sur la plupart des Algues, une fois individualisée par segmentation du contenu des sporanges, la masse de chacune d'elles s'entoure d'une mince paroi de cellulose perforée au niveau du point d'insertion des cils moteurs.

6° Ces données s'appliquent de la même manière aux spermaties et aux anthérozoïdes ciliés ou spermatozoïdes des Lichens et des autres Cryptogames, y compris beaucoup de champignons (*Péronospores*, *Cystopus*, etc.). Ici encore, une fois le contenu ou vitellus de l'ovule mâle (*Anthéridie* et *Spermogonie*) de ces plantes individualisé en cellules par segmentation, à la surface de celles-ci poussent les cils moteurs, sans que jamais on puisse distinguer sur ces éléments une paroi cellulaire distincte de la cavité. On ne voit pas non plus s'y ajouter, comme sur certaines Zoospores, une enveloppe de cellulose.

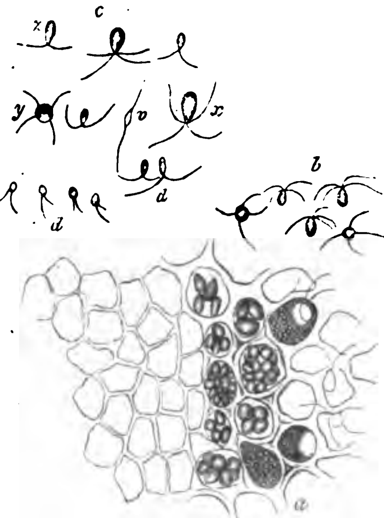


FIG. 8 (*).

7° Enfin le grain de pollen ne diffère des corps reproducteurs précédents que parce qu'à la masse cellulaire azotée individualisée par segmentation du contenu de l'ovule mâle des Phanérogames (*Utricule mère pollinique*), s'ajoute une paroi

(*) *a*, portion de la fronde de l'*Ulva lactuca*, dont certaines cellules ont leur contenu à diverses phases de segmentation et de production des zoospores; *b*, *c*, *x*, *y*, Zoospores à 4 cils, dans diverses positions pendant leur locomotion; *d*, *v*, Zoospores à 2 cils qui leur étaient mêlés. Lorsque j'ai décrit pour la première fois le développement de ces zoospores (*Revue zoologique*, 1848), je les ai pris pour des spermatozoïdes de ces Algues, corps avec lesquels les zoospores ont longtemps été confondus. Grossie 500 fois (Ch. Robin).

de cellulose, lisse, réticulée ou hérissée, etc., dans laquelle la masse précédente représente l'utricule azoté des cellules végétales en général.

CHAPITRE II

DESCRIPTION ANATOMIQUE DES CELLULES ANIMALES EN GÉNÉRAL.

Les principaux éléments anatomiques animaux ayant la forme de cellules sont : 1° les ovules mâles et femelles ; 2° les cellules embryonnaires, qui dérivent directement de leur vitellus par segmentation de celui-ci : *a*, mâles, passant à l'état de spermatozoïdes ; *b*, femelles (cellules de la cicatricule, de l'aire embryonnaire, cellules embryonnaires blastodermiques) ; 3° cellules de la corde dorsale ; 4° hématies ; 5° leucocytes ; 6° chromoblastes ou chromatophores ; 7° myélocytes ; 8° les diverses variétés de cellules nerveuses ou ganglionnaires ; 9° médullocelles ; 10° myéloplaxes ; 11° les cellules ou corps fibroplastiques du tissu cellulaire, fusiforme ou étoilés, devenus ou non vésiculeux par réplétion de graisse les faisant passer à l'état de cellules adipeuses ; 12° les cellules par lesquelles débutent les éléments ou fibres élastiques ; 13° fibres-cellules ; 14° les cellules par lesquelles débutent les faisceaux musculaires striés ; 15° celles par lesquelles débute la paroi propre des tubes nerveux périphériques ; 16° les cônes et les bâtonnets de la rétine ; 17° les cellules de la substance propre du tissu électrique ; 18° les cellules des cartilages ; 19° les cellules osseuses ou ostéoplastes ; 20° cellules de la dentine ; 21° cellules du cristallin ; 22° les nombreuses variétés de cellules épithéliales et épidermiques pleines ou creuses.

Le nombre des cellules de chaque espèce est considérable dans l'économie, mais ne peut être déterminé de manière à être exprimé par des chiffres.

Après avoir, pendant les premiers jours de la vie intra-utérine, formé à elles seules le corps de l'embryon, les cellules représentent encore, jusqu'à la fin du premier mois environ, chez l'homme et divers autres mammifères, le plus grand nombre des éléments qui composent l'organisme. Plus tard,

leur nombre va en diminuant, non point d'une manière absolue, tant s'en faut, mais relativement à la masse de leurs dépendances ou de leurs dérivés ayant les formes de fibres, de tubes, etc. Ces derniers, en effet, tels que les fibres lamineuses, élastiques, musculaires, les tubes nerveux, la substance des os, composent la portion la plus considérable des tissus du corps.

Dans ces tissus, les *Cellules* ne sont plus que des *éléments accessoires* à côté de ceux que je viens de nommer; mais dans beaucoup d'autres, elles restent l'élément fondamental. C'est ce qu'on voit dans le tissu de la moelle des os, dans les couches épithéliales, et par suite dans beaucoup de parenchymes, tels que le foie, le rein, etc.; enfin, les éléments en suspension dans les humeurs sont toujours des cellules.

ARTICLE PREMIER. — DES CARACTÈRES EXTÉRIEURS DES CELLULES ANIMALES.

La forme des cellules varie beaucoup d'une espèce à une espèce différente. Nous verrons même que, dans chaque espèce de cellules, la configuration de chacune d'elles change selon les phases de son développement normal ou morbide, etc. Aussi n'est-ce point sur ce caractère, le premier qui frappe les yeux de l'observateur, qu'il faut s'appuyer pour distinguer les espèces les unes des autres; procéder ainsi serait, dans toute la force du terme, ne voir que la surface des choses. Se soumettre, dans ces études, à une méthode rigoureuse, tracée par la nature des caractères à observer, est ici absolument indispensable, quelque puérile que semble souvent une pareille recommandation. Ce qui le prouve dès à présent, c'est que, par exemple, la forme des cellules normales est généralement subordonnée à leur situation, soit absolue par rapport à l'économie, soit relative à celle des cellules de même espèce qui les touchent. Il en résulte ce fait important, que chaque cellule dont la situation dans une région de l'économie est stable, permanente (comme la plupart de celles qui concourent à constituer les solides de l'économie), conserve, une fois séparée des autres, la forme qu'elle avait quand elle les touchait. Ne font

exception à cette règle que certaines cellules qui ont des connexions particulières, comme les cellules nerveuses ou les cellules qui ont une cavité distincte de la paroi et pleine d'un liquide : telles sont entre autres les cellules adipeuses, qui, de plus ou moins régulièrement polyédriques qu'elles sont dans les tissus, deviennent sphériques ou ovoïdes dès qu'on les met hors de leur situation normale. Les cellules épithéliales qui tombent dans des humeurs normales ou morbides et y séjournent, n'étant plus contiguës à d'autres ni comprimées, prennent souvent une forme sphérique ou ovoïde. Il en est de même des cellules épithéliales de la vésicule ombilicale humaine. Celles qui tapissent une cavité prennent cette forme du côté libre seulement et sont aplaties du côté opposé. Mais réciproquement les cellules qui flottent dans les humeurs, et qui sont par suite susceptibles de changer facilement de place naturellement ou par accident, offrent un fait inverse : c'est-à-dire que, normalement sphériques, circulaires, ovales ou ovoïdes, tant qu'elles sont librement en suspension dans le liquide, elles deviennent momentanément polyédriques par pression réciproque, lorsque par hasard elles viennent à s'accumuler et à se toucher. C'est ce que montrent souvent les hématies dans les capillaires pendant l'inflammation, hors des capillaires dans les cas d'épanchements sanguins, etc. Les leucocytes offrent des exemples analogues. Ces faits sont subordonnés d'autre part au caractère d'ordre physique de consistance des cellules.

Les principales formes de cellules qu'on rencontre sont :

1° La *forme circulaire* ou *ovale aplatie*, telle que celle des hématies, qui est de toutes la moins variable ; celle de divers noyaux libres.

2° La *forme sphérique* ou *ovoïde*, plus ou moins régulière, dont les éléments précédents offrent quelquefois des exemples, mais qui est habituelle pour les ovules (fig. 11), les leucocytes, les vésicules adipeuses non agglomérées, les médullocelles, les cellules de l'oariule (fig. 12), les myélocytes ; pourtant ces trois dernières espèces offrent assez souvent des individus de forme polyédrique. Telles sont aussi certaines variétés normales ou pathologiques épithéliales, etc. Mais ce sont

surtout les noyaux libres ou inclus dans les cellules qui sont le plus souvent sphériques et ovoïdes. Il en est de même de beaucoup d'animaux unicellulaires.

3° La *forme polyédrique proprement dite*, qui se trouve dans les cellules épithéliales glandulaires et autres, avec ou sans prolongements sur les angles, dans diverses conditions pathologiques ; telles sont aussi les cellules de la couche gommeuse du cristallin, etc.

4° La *forme polygonale*, aplatie (fig. 9), lamelleuse ou écailleuse, de beaucoup de cellules épithéliales, pourvues ou non de prolongements sur les angles.

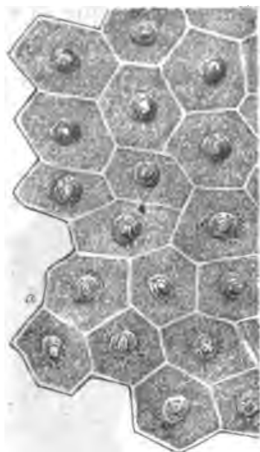


FIG. 9 (*).

5° La *forme prismatique* ou *pyramidale*, dite *cylindrique*, qui caractérise une variété d'épithélium, les cellules de la dentine, etc. Ces trois dernières formes résultent plus particulièrement du mode de compression réciproque qu'exercent les unes sur les autres les cellules pendant la durée de leur développement, et offrent un grand nombre de variétés d'une cellule à l'autre, selon les conditions individuelles de cette évolution, dans laquelle elles se sont trouvées.

6° La *configuration fusiforme*, c'est-à-dire en forme de fuseau ou bipyramidale, est permanente dans quelques cellules épithéliales de la vessie et des uretères, certaines des petites cellules nerveuses cérébrales, etc. Les fibres-cellules, les cellules épithéliales de quelques séreuses, de divers vaisseaux, sont fusiformes quand elles sont vues de face, et linéaires, comme bien des cellules polygonales, quand elles sont vues de côté. Elles se retrouvent pour nous pendant un certain temps sur les cellules du tissu lamineux en voie d'évolution.

(*) Portion de lambeau épidermique de la grenouille commune, naturellement desqnamé de la surface du corps. Il montre la substance finement grenue des cellules et vers le centre leur noyau nucléolé. *a*, *b*, portion de leur substance dépourvue de granules indiquant les lignes de segmentation de la couche épithéliale en cellules. Grossie 400 fois (Ch. Robin).

7° La *forme étoilée*, toujours peu régulière de beaucoup de cellules nerveuses ou ganglionnaires du névrave, de la rétine et des ganglions du grand sympathique, les éléments élastiques naissants, les cellules fibro-plastiques des fibres lamineuses, des fibres élastiques, etc.

8° La *forme irrégulière* des myéloplaxes, pourvues ou non de saillies ou de prolongements résultant de leur contiguité avec la substance osseuse sur laquelle elles se moulent; mais ceux de ces éléments qui sont plongés dans la substance même de la moelle sont quelquefois sphériques ou ovoïdes.

Nous voyons que, si certaines cellules ont naturellement une forme sphérique ou circulaire aplatie, et que si d'autres naturellement polyédriques peuvent naître ou devenir sphériques lorsqu'elles se trouvent dans une situation particulière, on ne doit pas prendre une forme plutôt qu'une autre comme *type* de la figure des cellules. Ce n'est que par abstraction, et en sortant du domaine de la réalité, que l'esprit peut être conduit à considérer la configuration sphérique comme *forme fondamentale* ou *type* dont les autres dériveraient. On ne peut pas même la considérer comme forme primordiale, puisque nous verrons que toutes les cellules épithéliales sont polyédriques lors de leur individualisation (fig. 10) et peuvent devenir sphériques plus tard, lorsqu'elles tombent dans un liquide et y flottent librement, etc. (1).

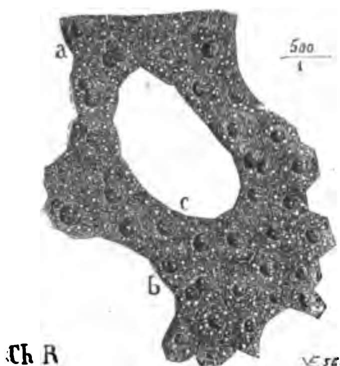


FIG. 10 (*).

(1) C'est pour avoir méconnu : 1° la constitution de la substance organisée prise en elle-même, 2° la structure des cellules et les phénomènes dont elles sont le siége, que quelques auteurs ont songé à comparer l'état utriculaire qu'on peut faire prendre au soufre et à quelques autres corps bruts, simples ou composés, avec les cellules des plantes et des animaux, avec l'état dit de *cellule*

(*) *a*, portion d'une coupe du foie d'un embryon humain, long de 10 millimètres, composé de cellules polyédriques régulières à 1 ou 2 noyaux; *b* et c, coupe de conduits biliaires vidés d'épithéliums nucléaires ou déjà à l'état cellulaire qui les remplit à cette époque. Grossie 500 fois.

Les remarques générales qui concernent l'importance que peut avoir la forme des cellules pour en distinguer les espèces les unes des autres s'appliquent en tous points à l'étude de leurs dimensions, en longueur, largeur et épaisseur. Comme la forme, le volume du plus grand nombre des espèces de cellules varie beaucoup avec chaque période du développement, surtout lorsque celui-ci devient anormal. Quelques-unes d'entre elles peuvent même offrir, après leur plein développement, des différences de grandeur qui s'élèvent du simple au double et même au triple, ainsi que les myéloplaxes, les leucocytes et plusieurs variétés de cellules épithéliales en présentent des exemples. D'autre part, il est des espèces de cellules différentes par leurs réactions, leur structure, etc., qui ont les mêmes dimensions. Il résulte de ces faits, que sur la moitié au moins des cellules, le volume, comme la forme, n'a de valeur pour distinguer les espèces les unes des autres qu'en les rapprochant des autres ordres de caractères ; pris seuls, ces attributs pourraient induire en erreur, tandis que, si en même temps qu'on les apprécie on tient compte des autres, ils sont de la plus grande utilité. Il y a des cellules, comme les hématies, qui ne dépassent jamais chez les mammifères adultes 8 millièmes de millimètre au maximum et ne descendent pas au-dessous de 5 à 6 millièmes : ce sont les plus pe-

qu'offre souvent la matière organisée (Brame, *Forme et état utriculaire dans les minéraux et les substances organiques*, dans Compt. rend. des séanc. de l'Acad. des sc. de Paris, 1849, in-4, t. XXIX, p. 657 et 661 en note, etc.). L'examen direct et comparatif des uns et des autres de ces objets, montre d'une manière on ne peut plus évidente qu'il n'y a pas la moindre analogie entre eux ; il y a autant de différence entre un utricule de soufre ou d'iode qu'entre la matière brute et la matière organisée. Un examen on ne peut plus superficiel, ou mieux des vues hypothétiques faisant abstraction des notions précédentes, ont seuls pu faire penser à des médecins qu'il y avait là un point de liaison entre ces deux ordres de matières, dont la connaissance pourrait élucider l'étude des propriétés spéciales de la substance organisée. De ce que quelques personnes se laissent aller à ce genre de comparaisons sans les subordonner à l'examen expérimental des éléments anatomiques eux-mêmes, il ne faut point croire qu'il y ait quelque chose de réel au fond de toutes ces suppositions ; c'est à peine s'il y a quelques-unes des analogies de forme qu'on signale, quant à celles de structure elles n'existent pas. Il n'y a là autre chose qu'un reste de cette tendance fâcheuse à vouloir expliquer les phénomènes d'ordre organique, par la connaissance de ceux qui sont d'ordre inorganique, tout en cherchant à échapper à la nécessité d'étudier tous les degrés que nous offre l'état d'organisation.

tites ; mais il en est de cette espèce qui, dans l'âge embryonnaire et même jusqu'au quatrième mois de la vie intra-utérine, atteignent le double de cette grandeur. Il y a des cellules adipeuses de $0^{mm},025$, chez le fœtus et même chez l'adulte, dans le mésentère, les muscles ; mais on en trouve de $0^{mm},125$ et plus dans les tissus adipeux de l'aisselle et périmammaire des personnes obèses, dans certains lipomes, etc. Les myéloplaxes offrent des exemples analogues dans diverses tumeurs. On trouve quelquefois des cellules épithéliales qui sont longues de $0^{mm},250$ dans certains épithéliomas de la mâchoire, du col de l'utérus, ou propagés dans les parties voisines, etc., tandis que leur épaisseur est de $0^{mm},005$ à $0^{mm},010$, sur une largeur de $0^{mm},030$ à $0^{mm},080$. Il en est de polyédriques qui normalement n'ont que $0^{mm},020$ à $0^{mm},040$. Les fibres-cellules, les myéloplaxes, les ovules ($0^{mm},2$ à 3^{mm} et plus), etc., nous montreront des cas de ce genre, tandis que les médullocelles, les myélocytes, etc., ont des dimensions restreintes entre des limites moins variables.

Les noyaux libres ou inclus de beaucoup d'espèces de cellules n'ont que 4 à 5 millièmes de millimètre, comme on le voit sur les globules rouges du sang de l'embryon, dans les épithéliums des glandes lymphatiques, etc. Ces dimensions ne varient pas ou presque pas dans les diverses conditions normales où ces éléments se trouvent. Mais il est des noyaux libres embryoplastiques ou d'épithélium qui, d'une longueur de $0^{mm},010$ qu'ils offrent généralement, peuvent, dans certains cas d'hypertrophie morbide, atteindre jusqu'à $0^{mm},030$, $0^{mm},045$ et même davantage. Les noyaux inclus dans l'épaisseur des cellules et en faisant partie présentent de nombreux exemples analogues à ceux qui précèdent. Nous aurons à revenir sur ce sujet dans un des articles suivants (art. III) et dans la *Troisième partie*.

Si l'on excepte la substance fondamentale des os, des cartilages, des éléments élastiques, des poils, des dents, etc., les éléments anatomiques présentent une certaine mollesse. Ainsi les fibres et les tubes se ploient et se courbent facilement, même sous l'influence d'un courant d'eau établi entre les plaques de verre du microscope. Les cellules s'aplatissent en géné-

ral un peu dans les points où elles se touchent, et deviennent polyédriques si elles sont accumulées de manière à se toucher toutes et à se presser réciproquement. Elles s'affaissent plus ou moins quand, n'étant pas suspendues et garanties de toutes parts dans un liquide, elles s'appliquent contre les parois des lamelles de verre. Les moins consistants de ces éléments sont rarement assez mous pour devenir cohérents entre eux, se fondre ou se souder ensemble par simple pression l'un contre l'autre ; ils restent au contraire le plus souvent distincts, malgré les apparences contraires dues à une pression des lames de verre entre lesquelles on les place.

La plupart des éléments jouissent d'une certaine élasticité. Elle est très-manifeste dans l'espèce d'élément qui en a tiré son nom ; elle l'est également, mais moins, dans celui du cartilage et seulement lorsqu'on l'a courbé, tandis que dans les fibres dites élastiques, c'est lorsqu'elles ont été soumises à l'extension que l'élasticité se montre. La remarque précédente s'applique également aux cellules épithéliales, surtout aux pavimenteuses.

La connaissance de la composition immédiate des éléments anatomiques nous rend compte, dans de certaines limites, de leurs variations de forme et de structure, en ce que ces dernières se trouvent être en rapport avec le fait de légères variations dans la composition immédiate, jointe à diverses particularités de conditions physiques de pression et d'abondance des liquides ambiants, etc. Mais ces variations sont légères, elles portent sur la proportion des principes des trois classes, et elles ne vont pas jusqu'à déterminer le changement des espèces chimiques qui forment la masse principale de l'élément. Comme de plus dans les éléments anatomiques constituant les tissus essentiels des animaux, ou tissus sensibles et contractiles, on ne voit jamais cette composition immédiate changer complétement avec conservation de la forme et de la structure essentielles ; comme aussi on ne voit jamais des éléments de même composition immédiate avec des formes différentes, l'étude de la composition immédiate des éléments nous rend compte de ce fait physiologique, savoir : que jamais l'un d'eux ne se transforme en élément d'une autre espèce. Au lieu de changer de

composition sans changer de forme l'élément disparaît plutôt, et c'en est, ou non, un d'une autre composition avec autre forme et autre structure qui naît à la place du premier.

Quelles que soient les variations que présentent les divers individus d'une même espèce d'éléments au point de vue de l'ensemble de leurs caractères extérieurs, on peut dire que les phénomènes qu'ils offrent au contact des réactifs et leur composition chimique fondamentale, sont les mêmes dans toutes les parties du corps. Ainsi la constance et l'uniformité des caractères chimiques sont bien plus grandes que celles des caractères physiques, et la distinction des éléments anatomiques en plusieurs espèces ne peut pas être basée seulement sur l'examen des caractères physiques. La connaissance de l'action des réactifs chimiques est indispensable sous ce rapport, sans parler des circonstances où l'on s'en sert pour dissoudre les éléments qui nuisent à l'observation d'autres espèces, pour colorer et rendre facilement visibles ceux qui sont trop pâles, etc.

Presque toutes les cellules pâlissent ou se dissolvent dans les solutions de soude et de potasse concentrées. Les corps gras sont saponifiés par ces substances, ainsi que par l'ammoniaque. L'essence de térébenthine, le sulfure de carbone et l'éther les dissolvent. L'eau est absorbée plus ou moins rapidement par quelques espèces de cellules et les rend turgescentes ; elle peut même déterminer la rupture de leur paroi quand elles en ont une (leucocytes, etc.) ; elle dissout les globules rouges du sang, etc. (1).

La solubilité ou l'insolubilité dans tel ou tel réactif marque une différence de composition chimique entre les espèces de fibres ou de cellules, qu'il est important de constater. Elle montre quels sont ceux de ces éléments qui sont de nature différente ou qui sont analogues entre eux. Outre les caractères spécifiques et distinctifs qu'on en tire, ces différences de composition indiquent d'avance, bien plus que la forme, des différences dans les propriétés spéciales des cellules, dans leur mode de nutrition et dans celui de leurs altérations.

(1) Pour les détails concernant ces diverses particularités, voyez Ch. Robin, *Du microscope et des injections*. Paris, 1871, 2e édit., p. 261 à 328 et 485.

Au contact de l'alcool, des solutions de sublimé, de perchlorure de fer, des chromates de potasse, d'acide chromique étendu, des solutions salines concentrées et d'autres substances avides d'eau, on les voit se resserrer, revenir sur eux-mêmes, diminuer de volume, et se déformer plus ou moins; toutefois il en est qui, même après cela, ne cessent pas d'être reconnaissables par leur structure, même après un séjour prolongé dans ces liquides employés comme moyens de conservation, surtout quand on les gonfle de nouveau par addition d'eau et d'acide acétique, et en leur rendant plus de transparence par le contact avec la glycérine. On constate ainsi qu'ils renferment peu de matière fixe proportionnellement à la quantité d'eau qui entre dans leur constitution. Privés de cette eau, ils perdent en outre leur élasticité et toutes leurs autres propriétés physiques et dynamiques. Cette eau est en quelque sorte, pour les substances organiques, ce qu'est l'eau de constitution de certains sels, comme les phosphates de soude, etc., laquelle ne peut être enlevée sans que le sel se décompose ou perde les propriétés qu'il avait antérieurement. On peut bien, dans ces substances, faire varier les proportions de l'eau, mais dans des limites qu'on ne peut dépasser sans voir disparaître les propriétés caractéristiques des cellules (1).

ARTICLE II. — DE LA STRUCTURE DES CELLULES EN GÉNÉRAL.

En tant qu'élément anatomiquement figuré, toute cellule offre d'abord à examiner au point de vue de composition organique ou anatomique la *masse* ou le *corps de la cellule* et son *noyau* ou *nucléus* (fig. 11 et 12, *b*), quand il y en a un, ce qui est habituel. Ce qui frappe ensuite les yeux de l'observateur, ce sont les *granulations* dites moléculaires, disséminées ou accumulées dans toute la masse si elle manque de noyau (*c*), ou encore interposées entre celui-ci, s'il existe comme à l'ordinaire, et la

(1) Notons que sous ce rapport il faut distinguer dans ces composés : 1° l'eau de constitution (voy. p. 33 à 36); 2° l'eau qu'elles retiennent par simple hydratation. L'enlèvement de celle-ci fait varier la solubilité des cellules dans divers agents, mais ne détruit pas nécessairement leur substance.

surface de la première. Tout se borne là lorsqu'il s'agit des *cellules* sans cavité distincte de la paroi (fig. 13) ; mais lorsqu'il y a paroi et cavité distinctes, il faut d'abord examiner le *contenu* homogène ou granuleux, puis la paroi ou enveloppe (fig. 11, *e*), parce que souvent il faut expulser le contenu ou le dissoudre comme dans les cellules adipeuses pour bien étudier cette dernière.

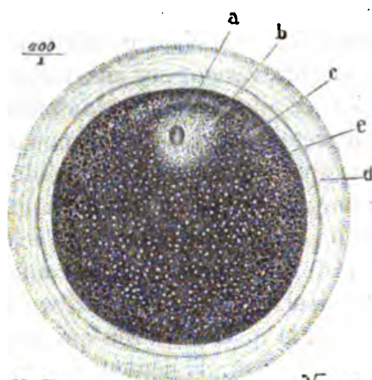


FIG. 11 (*).

Les cellules qui n'ont pas de contenu distinct d'une paroi sont constituées par une petite masse de substance

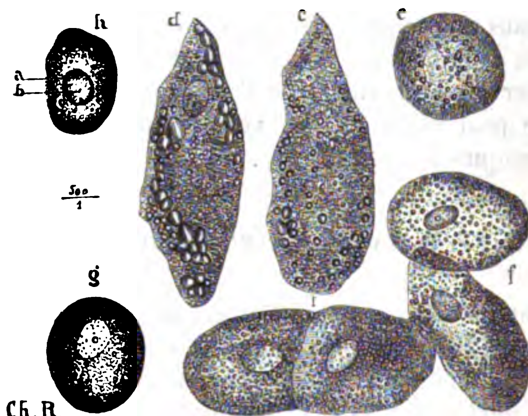


FIG. 12 (**).

organisée (fig. 12, *h*), au centre de laquelle le *noyau* (*a*) est

(*) Ovule pris dans la vésicule de de Graaff d'une femme. *a*, la tache germinative ou nucléole de la vésicule germinative *b*, ou noyau du vitellus *c*, ou contenu de la membrane vitelline, ou paroi *d*, de la cellule proprement dite que l'œuf a représentée dans les premières phases de son évolution ; *e*, espace clair laissé entre le vitellus (*c*) et la membrane vitelline (*d*) par suite du retrait du vitellus. Grossi 400 fois.

(**) Cellules de l'ovariule ou *corps jaune* de la Truie, avec un noyau nucléolé. *e*, *g*, *h*, *f*, cellules sphéroïdales finement grenues ; *a*, le noyau ; *b*, le nucléole ; *c*, *d*, cellules allongées anguleuses, contenant des globules réfractant fortement la lumière et d'un jaune rougeâtre ; *i*, juxtaposition de deux cellules résultant de la segmentation d'une grosse cellule. Grossies 500 fois.

englobé, est enfoui, comme une sphère de cristal autour de laquelle on aurait coulé de la gélatine contenant des granulations éparses d'une autre nature ou de même nature.

Entre le noyau et la circonférence de la cellule se voient ordinairement ces fines granulations, souvent plus serrées autour du noyau que près de la circonférence (épithélium, etc.). Quelquefois ce sont des granules assez gros (*d*), qui dans certains cas sont assez abondants pour rendre le noyau difficile à voir. D'autres fois ce sont des granulations moléculaires de couleur noire, brune, jaune, rouge, violette, verte, etc., auxquelles la cellule doit sa couleur (pigments), tant normale qu'accidentelle.

Il faut remarquer que toutes les cellules, sur lesquelles on peut démontrer une paroi et une cavité, ont en général une forme régulièrement arrondie quand elles sont libres, et régulièrement polygonale si elles sont agglomérées. Toutes les autres, au contraire, présentent souvent, soit des prolongements de forme bizarre (divers épithéliums, etc.), ou bien parmi celles qui sont régulières, il y en a de forme si singulière, qu'on voit aisément qu'un utricule plein de liquide et sans paroi résistante (comme l'est l'enveloppe de cellulose des cellules végétales) ne pourrait pas se maintenir avec cette forme. En outre, les granules inclus dans la substance de ces cellules ne présentent pas le mouvement brownien que montrent avant ou au moins après le contact de l'eau les cellules plus ou moins riches en granulations qui sont réellement pourvues d'une paroi propre. Il va sans dire qu'il faut en excepter les granules en suspension dans le liquide des cavités dont les cellules épithéliales de certaines tumeurs se creusent parfois sur tel ou tel point de leur masse.

Dans le corps des cellules constituées comme celles dont je viens de parler, les granulations dites moléculaires peuvent manquer pendant toute la durée de l'existence des cellules, ainsi que les hématies des mammifères en fournissent des exemples; ou bien elles peuvent ne pas s'y trouver, parce que après avoir existé elles ont disparu, comme le montrent les cellules épidermiques qui se desquament à la surface de la peau. Ces dernières cellules, toujours aplaties, sont tellement minces que

vues de côté elles ressemblent à un filament ou à un bâtonnet au milieu duquel le noyau, quand il existe, forme un renflement ovoïde saillant à chaque face parce qu'il est plus épais que le corps de la cellule. Rien de plus manifeste que l'absence de cavité dans ces éléments, qui d'autre part ne se distendent pas par endosmose dans les liquides ; fait qu'il ne faut pas confondre avec l'action de la potasse, par exemple, qui gonfle leur substance en l'attaquant.

La masse des cellules sans cavités est de consistance variable suivant les espèces dont il s'agit et suivant les conditions dans lesquelles elles se trouvent. Elle est résistante dans les cellules épidermiques et dans celles des muqueuses à épithélium pavimenteux. Elle est friable au contraire dans les myéloplaxes, dans les cellules de l'oariule, dans les cellules ganglionnaires ou nerveuses de l'encéphale et de la moelle épinière, dans beaucoup de variétés de cellules épithéliales glandulaires, telles que celles du pancréas, du foie, des glandes salivaires, etc. Il n'est pas rare ici de pouvoir briser en deux ou trois parties la cellule, et alors le noyau central est mis en liberté lorsque la rupture passe par le point qu'il occupe. Quelquefois même celui-ci, mis à demi en liberté, reste libre par une partie de son étendue et adhère au fragment du corps de la cellule par son autre moitié. Rien de plus manifeste alors que l'absence de cavité dans ces cellules, dont les fragments solides ou demi-solides, plus ou moins irréguliers, peuvent être observés sous le microscope, soit lorsqu'ils sont immobiles, soit et mieux encore lorsqu'ils roulent dans le liquide de la préparation.

Plus loin nous aurons à nous occuper longuement des cas dans lesquels les cellules ont une paroi propre, distincte d'un contenu. (Voyez le chapitre traitant du *Protoplasma*.)

ARTICLE III. — DU NOYAU DES CELLULES ANIMALES.

Le *Noyau*, *nucléus* ou *cytoblaste*, est un corpuscule ordinairement sphéroïdal, ovoïde ou lenticulaire, qui, en général, est placé au centre de la cellule, ou qui paraît très-rapproché de sa surface ou du bord qui la limite. Sa circonférence est aussi ou

très-nette, ou raboteuse, pâle ou foncée. Ses variétés de forme et de volume servent parfois à distinguer les unes des autres les diverses espèces de cellules.

Tantôt il est composé d'une masse sphérique ou ovoïde homogène, claire dans toute son étendue, à circonférence nette quand elle n'est pas masquée par les granules du corps de la cellule. Dans ce cas il peut être incolore, ressembler à un goutte gélatineuse ou albumineuse (noyau vitellin et des sphères de segmentation de beaucoup d'animaux).

D'autres fois, il est formé d'une masse homogène à surface lisse ou rugueuse, dont l'intérieur est parsemé de granulations bien visibles, ou d'une fine poussière de granules à peine perceptibles; dans ce cas, il n'est distinct de la masse cellulaire que par un pouvoir réfringent différent. Lorsque la circonférence (*bords* du noyau) est nette, elle ne se distingue que par suite de la différence entre le pouvoir réfringent du noyau et celui du reste de la cellule; dans les noyaux granuleux, la circonférence est marquée par une ligne qui peut être pâle ou foncée (*obscure*), régulière, nettement tranchée, ou raboteuse (*dentelée*), ce qui est rare. La manière dont ils réfractent la lumière peut, par dispersion des rayons, faire apparaître en dehors du contour un cercle foncé qui fait ressortir en saillie la masse du noyau.

Pour les noyaux comme pour les cellules, une *circonférence* nette, régulière, dénote une surface lisse. On le voit surtout lorsque ces éléments roulent dans le champ du microscope, entraînés par un courant liquide entre les deux lames de verre. On constate encore plus facilement les faits de cet ordre sur les cellules que sur leur noyau.

Les granules moléculaires que renferme le noyau peuvent être nombreux et rapprochés tout en laissant voir une substance amorphe intermédiaire, on dit alors que le noyau est parsemé de granulations. Il y a des noyaux dans certaines cellules qui semblent entièrement formés de granules moléculaires grisâtres, ou brillants et de teinte ambrée, agglutinés ensemble, comme dans certaines cellules du cartilage, etc. Ce sont des noyaux devenus *granuleux* ou *framboisés*. Leur aspect est bien différent de celui des autres, leur surface est

comme mamelonnée, raboteuse, et la circonférence est sinueuse.

Le noyau est, lors de son apparition, un corps solide dans lequel il est impossible de démontrer une *paroi* ou *contenant*, distinct de ce *contenu*. Mais peu à peu il devient en général réellement *vésiculeux*, et formé d'une paroi et d'une cavité distinctes, soit peut-être parce que la substance centrale se ramollit, se liquéfie, soit parce qu'elle disparaît molécule à molécule pour être remplacée par un fluide limpide, incolore, avec ou sans fines granulations. Les noyaux hypertrophiés de certaines cellules épithéliales des tumeurs mammaires, ganglionnaires, du col de l'utérus, les noyaux embryoplastiques hypertrophiés de diverses productions morbides, etc., ceux des cellules de la notocorde en offrent des exemples très-manifestes. Ces noyaux se gonflent plus ou moins au contact de l'eau et se resserrent, deviennent comme flétris et chiffonnés au contact de l'acide acétique. Souvent lorsqu'ils se gonflent leur contenu granuleux se rassemble vers une des extrémités du noyau en entraînant avec lui le nucléole, lorsqu'il en existait un. Il n'est pas très-rare de trouver ces noyaux hypertrophiés et vésiculeux se déformant plus ou moins par la production de bosselures ou gemmes plus ou moins longues, saillantes à leur surface.

On ne voit jamais de mouvement brownien de leurs granules; leur gonflement par le contact prolongé de l'eau détermine cependant l'apparition de ce mouvement dans les noyaux des cellules de la notocorde et dans ceux de diverses cellules des insectes et autres invertébrés. Ainsi les cellules épithéliales œsophagiennes et autres de certaines chenilles des Bombycides et des Tinéides, ont un noyau sphérique jaunâtre riche en fines granulations qui sont douées d'un vif mouvement brownien, en l'absence même de tout contact des cellules avec un liquide et alors que les granules du corps cellulaire restent immobiles. L'alcool, les chromates et autres liquides coagulants font cesser ce mouvement sous les yeux de l'observateur. Ces faits prouvent manifestement l'existence d'une cavité nucléaire distincte de la paroi; lorsqu'on les observe sur la cellule, ils démontrent certainement aussi pour elle la présence d'une paroi propre limitant une cavité naturelle. Le

noyau de la cellule ovulaire passe normalement de l'état plein à l'état vésiculeux pendant la durée des phases de son développement, de telle sorte qu'avant même l'arrivée de l'œuf à l'état de maturité, ce noyau est devenu réellement une vésicule à paroi fort mince et facile à rompre; c'est la partie qu'on a nommée la vésicule germinative (fig. 11, *b*).

Sur les embryons de divers animaux, tels que les Axolotls des Tritons, etc., bien qu'atteignant un volume de 5 à 6 centièmes de millimètre, le noyau des cellules épithéliales et de celles de la vésicule ombilicale (pourvu d'un nucléole relativement petit et de fines granulations grisâtres), ne semble pas être vésiculeux à proprement parler. Jamais au contact de l'eau ses granules ne présentent le mouvement brownien observé dans certaines cellules des mêmes embryons. La rupture de ce noyau montre que sa masse est de consistance pâteuse, mais sa surface est plus ferme et se prête à diverses sortes de déformations irrégulières de cette partie. Au contraire, sous l'influence d'un commencement de dessiccation, du séjour dans une solution de chromate de potasse, etc., le contenu des noyaux des faisceaux musculaires, des cellules nerveuses, etc., se rétracte et se sépare nettement de la paroi nucléaire. Celle-ci reste très-nette, sans déformation, séparée du contenu rétracté, et finement grenu par un espace clair (fig. 13, *b*). Rien de pareil ne se produit sur les noyaux des cellules épithéliales, des globes vitellins, etc., de ces mêmes animaux. Du reste dans les uns ni dans les autres, à l'état frais, les granules du contenu nucléaire ne sont doués de mouvement brownien, même après le contact de l'eau. Sur ceux-là comme sur les autres, la division en deux du noyau laisse ses moitiés avec leur forme sans écoulement du contenu, ni affaissement.

Presque tous les réactifs durcissants agissent sur le contenu des noyaux, vésiculeux ou non, et en le coagulant ils le rendent granuleux comparativement à ce qu'il est sur les cellules fraîches; en même temps ils amènent la diminution de volume de celui-ci sous les yeux de l'observateur dans une proportion qui peut s'élever du dixième au tiers du volume naturel, ce qui en change notablement l'aspect. Ce fait est très-prononcé de la part des solutions de chromate de potasse et d'acide chro-

mique sur les noyaux embryoplastiques, sur ceux de divers

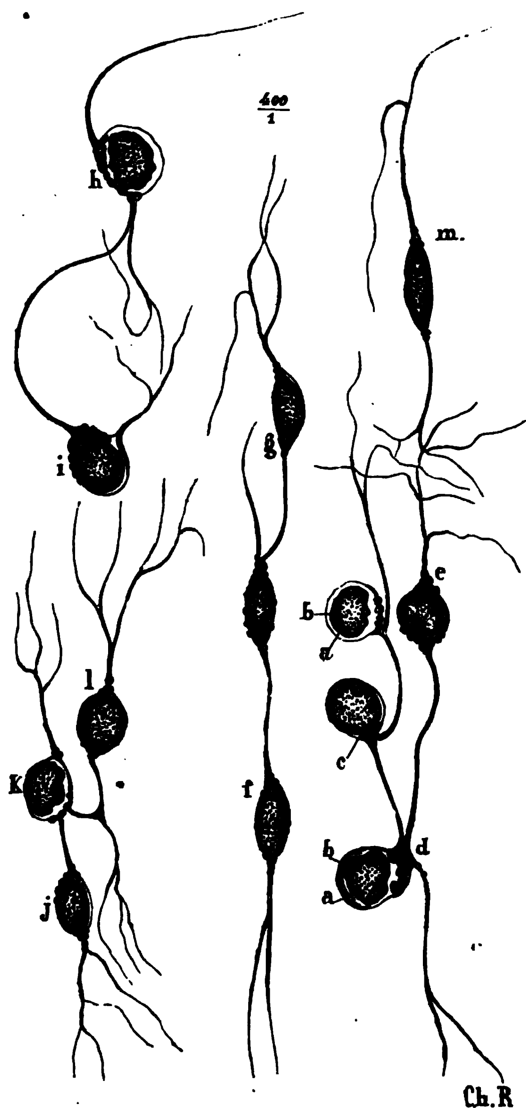


Fig. 13 (*).

(*) Cellules cérébrales d'un Axolotl long de 13 millimètres, conservé depuis dix jours dans la solution concentrée de bichromate de potasse. *a*, *h*, *k*, cellules dans lesquelles le corps cellulaire proprement dit n'est encore représenté que par les cylindres-axes, n'adhère qu'à un point du

épithéliums, etc., alors même que la solution n'arrête pas le mouvement des cils vibratiles de l'animal observé. Comme des modifications analogues se produisent en même temps dans le corps des cellules épithéliales et autres, l'aspect des tissus composés par ces éléments diffère notablement sous le microscope après le durcissement de ce qu'il était à l'état frais. Pour obtenir une connaissance exacte de ces parties, il faut nécessairement comparer avec eux-mêmes les noyaux et les cellules frais dans ces conditions et après durcissement. Bien des dispositions ou des aspects artificiellement produits par les moyens durcissants ont été figurés et décrits comme naturels, par des observateurs qui n'ont pas tenu compte de ces particularités.

Nous venons de dire (p. 66) que les noyaux cellulaires se déforment parfois par production de gemmes ou bosselures à leur surface. C'est surtout dans les tumeurs épithéliales, dites cancéreuses d'origine glandulaire (de la mamelle surtout), et tegmentaire qu'on trouve des cellules dont les noyaux ont subi ces modifications. Ces bosselures sont souvent assez longues et assez rétrécies à leur point d'attache avec le noyau principal pour qu'on puisse croire qu'ils représentent une phase de la reproduction de ceux-ci par gemmation. Le plus ordinairement ces noyaux sont hypertrophiés et cette hypertrophie peut être portée au point de les rendre dix fois plus gros qu'ils ne sont à l'état normal. Leur nucléole est en même temps hypertrophié, plus ou moins allongé, déformé, et parfois il y en a un dans chacun des prolongements qui se détachent du noyau principal. Nous aurons du reste à revenir sur ce fait en étudiant le *développement* des cellules.

Ces singularités de forme du noyau ne se rencontrent pas seulement dans des cas morbides. Diverses cellules des invertébrés, des insectes surtout, en offrent des exemples des plus remarquables depuis longtemps décrits; telles sont en particulier celles des tubes séricifères des Chenilles. Ici toutefois

noyau et laisse voir la paroi de celui-ci (*a*) séparée de son contenu, irrégulièrement ratatiné (*b*) vers le centre de l'élément; *d*, *e*, *g*, *i*, *m*, granules pigmentaires qui se sont formés vers le point d'adhérence du cylindre-axe au noyau (le graveur n'a pas laissé à ces granules leur teinte noire, qui tranche sur le reste de l'élément); *a*, *e*, *m*, cellules reliées les unes aux autres par les cylindres-axes; *f*, *g*, autres dispositions des cellules que relient les cylindres-axes; *l*, *i*, et *j*, *k*, *l*, autres dispositions de même ordre; *h*, corps cellulaire commençant à se développer et à entourer une portion de la surface du noyau en reliant l'un à l'autre les deux cylindres-axes originels qui existent encore seuls sur presque toutes les autres cellules.

ce n'est pas à proprement parler le corps du noyau qui envoie les bosselures ou branches latérales plus ou moins étendues (fig. 14, *b*, *m*, etc.) ; c'est tout le noyau qui se ramifie en expansions plus ou moins subdivisées ou chargées elles-mêmes de bosselures. A partir du centre, ces branches s'étendent à peu près jusqu'au contact de la paroi cellulaire (*g*, *h* et *k*, *l*). Les noyaux sont ainsi presque aussi longs et aussi larges que la cellule dans laquelle ils sont inclus, et c● diamètre peut être de un dixième de millimètre et plus (*p*, *q*, *r*). En suivant les cellules depuis la portion des tubes qui, voisine du pore excréteur, est rétrécie (*a*, *b*, *c*, *d*, *e*) jusqu'à celle qui est élargie (*g*), on voit les noyaux ovoïdes des cellules, d'abord dirigés parallèlement au conduit (*a*, *b*, *c*), être bientôt placés transversalement (*d*, *e*). A ceux qui sont régulièrement ovoïdes en succèdent qui offrent simplement des contours bosselés (*e*, *f*); puis enfin ces bosselures se multiplient et s'allongent en s'amincissant d'autant plus que la cellule devient plus grande (*g*, *h*). Ces prolongements plus ou moins chargés eux-mêmes de bosselures rayonnent ainsi plus ou moins irrégulièrement autour d'un centre qui n'a pas une plus grande épaisseur (*u*, *q*) que celle des prolongements.

Ces noyaux sont remarquables par l'état grenu de leur substance (état plus prononcé encore que celui du corps cellulaire), et par l'absence de nucléole, quel que soit leur volume. On peut aisément les isoler en raison de la friabilité des cellules. On constate alors aisément qu'ils ont une paroi propre hyaline résistante qui se gonfle au contact de l'eau (*p*. *q*, *r*) et se sépare de son contenu granuleux. Celui-ci reste solide, cohérent, sans mouvement brownien de ses granules et plus nettement distinct encore de la paroi que dans les cas indiqués plus haut. Ajoutons que ces cellules sont en forme de disques polygonaux, courbés à la face interne du conduit pour en limiter le canal central ; elles sont quadrilatères, pentagonales ou hexagonales, d'une épaisseur (0^{mm},01 à 0^{mm},04) proportionnelle à leur longueur, c'est-à-dire à la largeur du tube séricifère. La substance de ces cellules est uniformément et finement grenue, d'aspect très-finement strié dans quelques Chenilles. Elle s'altère rapidement au contact de l'eau, même albumineuse, avec

production d'un grand nombre de vacuoles pleines d'un

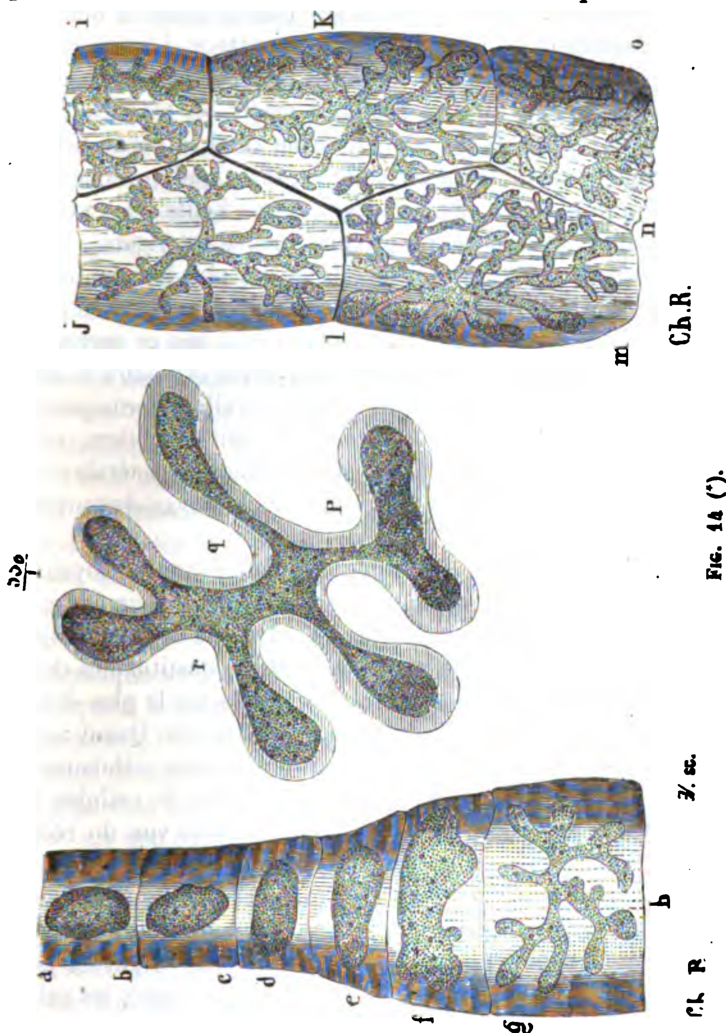


Fig. 14 (*).

(*) Cellules épithéliales des tubes séricifères des Chenilles. — *a*, *h*, portion d'un tube séricifère d'une chenille de Tinéide, détachée près de son abouchement extérieur ; *b*, *c*, cellules à noyaux ovoïdes disposés dans le sens de la longueur du tube ; *d*, *e*, les cellules suivantes dont le noyau plus long est disposé transversalement ; *f*, cellule de la portion plus grosse du tube dont le noyau volumineux présente déjà des saillies ou bosselures ; *g*, cellule placée au delà, montrant les prolongements et ramifications du noyau avec ses subdivisions ; *i*, *j*, *k*, *l*, *m*, *n*, *o*, formes diverses des subdivisions du noyau de la grosse portion d'un tube séricifère d'une Tinéide plus volumineuse que la précédente ; *p*, *q*, *r*, noyau isolé de la substance d'une cellule ayant plus de $0^{mm},1$ de large, venant du tube séricifère de la chenille d'une grosse Bombycide. Dans toutes les ramifications l'enveloppe hyaline du noyau s'est séparée de son contenu granuleux, avec liquide interposé.

liquide hyalin, qui finissent par masquer tout à fait le noyau. En même temps le noyau pâlit et ses ramifications se déforment incessamment sous les yeux de l'observateur. L'acide acétique rendant grenu et foncé, le corps cellulaire rend aussi le noyau moins visible qu'il ne l'est au moment où les préparations viennent d'être faites. La glycérine rend le noyau brillant. L'ammoniaque dissout ces cellules, mais nonl a couche ou plateau hyalin chitineux de leur face interne limitant la cavité même du tube, ni la paroi propre glandulaire extérieure.

La substance des noyaux résiste beaucoup plus longtemps à la putréfaction que celle du corps cellulaire. L'acide acétique et les autres acides étendus l'attaquent moins que ce dernier. Pourtant sur les épithéliums l'acide sulfurique ordinaire et les alcalis caustiques, pour presque toutes les cellules, attaquent plus vite le noyau que le corps cellulaire qui le contient, ou mêmei ls le dissolvent tout à fait. D'une manière générale les alcalis pâlissent et gonflent plus ou moins le noyau de toutes les espèces de cellules.

Bien qu'il n'y ait pas similitude complète entre les noyaux des diverses espèces de cellules sous le rapport de leurs réactions chimiques, ils offrent de l'un à l'autre une uniformité de réactions remarquable. De toutes les parties constituantes des cellules, c'est celle qui, sous ce rapport, présente le plus d'analogie de l'une à l'autre de ces espèces d'éléments. Quant aux corps, aux parois et aux contenus ou protoplasmas cellulaires, ils diffèrent d'aspect et de réaction d'une espèce de cellules à l'autre autant que celles-ci diffèrent au point de vue du rôle qu'elles remplissent; on ne peut en fait rien dire sur ce point qui soit commun à toutes, quelles qu'aient été les opinions émises à cet égard. Ces réactions doivent donc être étudiées à propos de chaque espèce de cellule. Il faut se garder de croire, avec quelques auteurs, que la paroi de toutes les cellules qui en ont une soit uniformément composée d'une substance analogue sinon identique avec l'élasticine. Les réactions des parois cellulaires diffèrent en effet dans beaucoup d'espèces de cellules; c'est ainsi que la substance élastique résiste à l'acide acétique et à l'acide sulfurique, tandis qu'il n'est presque pas de cellules dont ces agents ne dissolvent ou au

moins ne gonflent et ramollissent très-manifestement la paroi, quand elles en sont pourvues.

Nous avons déjà vu que le volume des noyaux varie d'une espèce de cellule à l'autre, et il n'est pas inévitablement proportionnel à celui du corps cellulaire qui le contient. Bien que s'hypertrophiant souvent en même temps que ce dernier, la corrélation de leur accroissement normal ou morbide n'est pas constante; aussi des nombres précis ne peuvent être donnés à cet égard. Comme limites extrêmes du volume des noyaux, on peut pourtant dans les animaux citer les hématies de l'embryon humain, dans lesquelles le noyau est large de $0^{mm},004$ à $0^{mm},005$, tandis qu'il dépasse un dixième de millimètre dans les cellules des tubes séricifères des grosses Chenilles (fig. 14, *p*, *r*) et dans quelques cellules épidermiques hypertrophiées des épithéliomas.

Parmi les particularités de structure qui influent le plus sur les différences d'aspect que peuvent présenter les cellules, il faut signaler le volume du corps cellulaire relativement à celui du noyau qu'il renferme. Il y a des cellules dans lesquelles le noyau forme une masse plus considérable que celle que présente le corps cellulaire; celui-ci étant fort mince, est en quelque sorte appliqué sur le premier, de sorte que les lignes indiquant le contour de ces deux parties (fig. 14, *e*), dont l'une circonscrit l'autre, peuvent n'être écartées que de 1 ou 2 millièmes de millimètre. Elles peuvent même être confondues sur une portion de la circonférence de l'élément et n'être distinctes que sur une portion où se voient ou non des granulations grisâtres, mélaniques (fig. 14, *e* et *i*) ou graisseuses incluses. Il y a des cellules qui présentent cette disposition pendant toute la durée de leur existence : telles sont diverses cellules des centres nerveux des vertébrés ; telles sont encore beaucoup de cellules épithéliales des mollusques, des échinodermes, des polypes, etc., sur lesquelles, quand elles sont ciliées, le corps semble n'être représenté que par un ou plusieurs cils, suivant que le nombre en est unique ou multiple. Il en est d'autres qui, après avoir offert cet état au début de leur existence, montrent un accroissement plus ou moins considérable du corps cellulaire, sans que le noyau grandisse proportionnellement. Ce fait s'observe

sur plusieurs variétés de cellules nerveuses, sur divers épithéliums, ciliés ou non, des invertébrés et des vertébrés, sur la plupart des ovules dans lesquels il amène graduellement une disproportion considérable dans le volume de ces deux parties cellulaires. Il en sera question du reste de nouveau à propos de la génération et du développement des cellules.

Les cellules de la rangée la plus superficielle de l'épiderme du fœtus humain ont un gros noyau qui disparaît à compter de la fin du deuxième mois ou du commencement du troisième. Il ne disparaît pas par atrophie, comme il le fait après la naissance. Il s'hypertrophie au contraire considérablement, fait une saillie pyriforme à la surface du corps cellulaire, puis s'étale et le recouvre plus ou moins, devient souvent mamelonné, comme segmenté en 2, 3 ou 4 lobes, puis son point d'union avec la cellule se rétrécit en forme de pédicule (fig. 15, *b*). Celui-ci finit

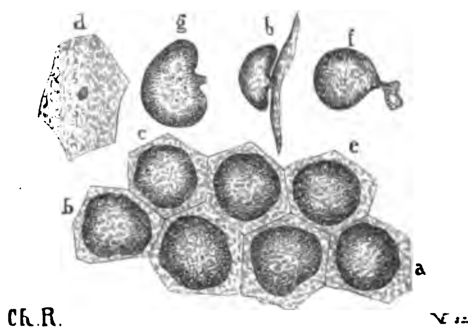


Fig. 15 (*).

par se rompre, le noyau devenu libre tombe (*f*, *g*) dans le liquide amniotique, et la cellule reste alors sans noyau jusqu'à l'époque de la desquamation. Un point grenu irrégulier marque encore à la surface la place autrefois occupée par le noyau central, puis par son pédicule (*d*). Pendant la durée de cette hypertrophie amenant l'issue du noyau hors du corps cellulaire et sa chute, celui-là reste sans nucléole et seulement

(*) Portion de l'épiderme de la superficie de la paume de la main d'un fœtus humain de quatre mois. — *a*, *b*, *c*, *d*, cellules vues de face avec leur noyau sans nucléole, hypertrophié, saillant à la surface libre de chaque cellule; *b'* cellule vue de côté, montrant la forme et l'insertion de son noyau hypertrophié, saillant et pédiculé; *d*, cellule vue de face, dont le noyau est détaché et montrant le point d'insertion du pédicule de ce dernier; *f*, *g*, formes diverses de noyaux détachés spontanément et montrant le court pédicule qui les retenait.

finement grenu (*a*, *c*, *e*). Ces faits, qui présentent un grand nombre de particularités secondaires sérieuses (1), ne s'observent que sur la peau, mais non sur les lèvres, la langue, le vagin, ni sur le cordon ombilical.

Le noyau des cellules peut manquer dans d'autres conditions encore : 1° tantôt la masse de la cellule est née seule, sans *noyau*, fait dont on trouve des exemples dans toutes les espèces de cellules ; de telle sorte que, sur quelques dizaines de cellules quelconques placées dans le champ du microscope, il en est toujours une ou deux, etc., qui manquent de noyau à côté de toutes les autres qui les possèdent ; 2° tantôt le noyau a existé, mais il a disparu comme il vient d'être indiqué (fig. 15), ou il s'est atrophié, soit par suite des phases de son propre développement (cellules épithéliales cutanées et cellules des tumeurs de cet ordre), soit par suite du dépôt de gouttes d'huile dans la masse de la cellule (cellules de l'épithélium hépatique, cellules des cavités du cartilage, etc.). Ces éléments n'en sont pas moins des cellules, rattachées comme variétés à l'espèce dont elles ont tous les caractères, moins la présence du noyau.

On observe de plus un fait inverse : nous verrons qu'il est incontestablement des cas dans lesquels des noyaux naissent seuls, sans masse cellulaire autour d'eux (myélocytes, noyaux embryoplastiques, etc.) ; c'est ce qu'on appelle des *noyaux libres*. Comme ils sont tout à fait semblables aux *noyaux inclus* dans les cellules complètes qu'ils accompagnent, ils se rattachent naturellement, en tant que variété, à l'espèce dont ils ont tous les caractères, moins la masse fondamentale enveloppante, *noyaux libres*. C'est ce que montrent les épithéliums de rénovation au début, les médullocelles, les myélocytes, etc.

Un noyau primitivement inclus dans une cellule peut devenir libre par suite de la manœuvre de la préparation, quelques-unes des cellules sans cavité de certains tubes glandulaires (salivaires, pancréatiques) peuvent être rompues ou écrasées

(1) Ch. Robin, *Sur une particularité du développement des cellules épidermiques superficielles dans le fœtus.* (Journ. de la physiol. de l'homme et des animaux. Paris, 1861, in-8, p. 228, pl. X.)

de manière à rendre libre le noyau. Ce dernier fait s'observe fréquemment dans les tumeurs d'origine parenchymateuse et dans quelques tumeurs épithéliales proprement dites.

Il est commun, dans toutes les espèces de cellules, de trouver, au lieu d'un noyau, deux ou trois ou même quatre ou cinq noyaux. Les épithéliums du pancréas, du foie, du bassinet, des canalicules respirateurs, et de divers autres organes, en offrent des exemples, surtout dans diverses conditions morbides. Cette disposition anatomique est dans les épithéliums une conséquence du mode d'individualisation de ces cellules; c'est plus loin que nous aurons à étudier ce sujet.

Quels sont les caractères qui permettent de distinguer si l'on a sous les yeux une cellule ou un noyau ?

Le noyau étant contenu dans la masse ou corps d'une cellule, cette particularité de structure permet donc ordinairement de distinguer le contenu du contenant. La question ne peut, par conséquent, être posée qu'à propos de noyaux assez gros ($0^{mm},03$ à $0^{mm},06$) pour être comparables à des cellules sans nucléus et mis en liberté par rupture des corps cellulaires, comme on en voit sur celles des épithéliums et des cellules ombilicales des axolotls et autres batraciens.

On trouve aussi chez l'homme à l'état pathologique, dans quelques tumeurs de la mamelle, du col de l'utérus, du testicule, dans les ganglions lymphatiques, etc., des noyaux libres et d'autres inclus dans les cellules, dont les dimensions dépassent celles des cellules épithéliales de quelques organes, des leucocytes en général, etc. Il peut dans ces conditions présenter des expansions latérales ou bourgeonnantes qui lui donnent un aspect plus ou moins singulier.

Deux ordres de faits empêcheront de songer à chercher dans ces noyaux libres les caractères des cellules.

D'une part, c'est la comparaison avec des noyaux semblables de tout point contenus dans les cellules qui les accompagnent; d'autre part, l'acide acétique attaque plus ou moins le corps de toutes les espèces de cellules, pourvues ou non de noyaux, tandis qu'il n'altère pas les noyaux libres ou inclus, ou s'il les pâlit, comme on le voit dans diverses tumeurs, cette action est bien moins prononcée que celle qui s'opère sur la cellule; mais

le plus souvent il les rend plus foncés qu'ils n'étaient, surtout sur les bords.

ARTICLE IV. — DU NUCLÉOLE.

Les *Nucléoles* sont de petits corpuscules qui font partie du noyau, entrent dans sa structure, et en occupent le centre ou à peu près.

La présence du nucléole dans le noyau n'est pas constante. Il y a des noyaux qui n'en possèdent jamais, tels sont ceux des hématies de l'embryon des mammifères et à tous les âges chez les autres vertébrés. Il y a des noyaux libres ou inclus qui n'en montrent que dans quelques conditions morbides et sur un petit nombre seulement d'entre eux, tels sont les noyaux des médullocelles. Les noyaux d'autres espèces de cellules manquent de nucléole sur tel sujet ou sur telle espèce animale, et en présentent un sur tel autre sujet ou telle autre espèce, placés dans les mêmes conditions que les premières; tels sont les myéloplaxes, les myélocytes, les noyaux embryoplastiques, etc.; et toujours un certain nombre de noyaux manque de nucléole à côté de ceux qui en ont déjà.

Tous les noyaux qui ont un nucléole à l'état normal adulte en sont dépourvus au moment de leur naissance, et l'observation montre que ce corps apparaît seulement pendant l'accroissement des noyaux, postérieurement à l'apparition de celui-ci. Aussi trouve-t-on habituellement les noyaux les plus petits dépourvus de nucléole ou en possédant un moins volumineux que ceux qui ont acquis leur grandeur normale; parmi ces derniers, du reste, dans toutes les espèces de cellules, il est quelques noyaux qui restent toujours dépourvus de nucléole. On trouve des nucléoles souvent dans les épithéliums des tumeurs et des kystes d'organes dont les noyaux cellulaires manquent normalement de cette partie. Le nucléole s'est manifestement développé en même temps qu'avait lieu l'hypertrophie des noyaux, car ceux de ces derniers qui ont encore le volume normal n'ont pas de nucléole ou n'en possèdent qu'un très-petit, tandis que les noyaux hypertrophiés en présentent un ou plusieurs dont le volume est devenu très-grand, surtout

dans les tumeurs d'origine épithéliale, glandulaires ou tégumentaires. Les myéloplaxes, quelquefois les éléments embryoplastiques en offrent aussi des exemples. Il est des espèces de cellules dans lesquelles, quel que soit le volume que leur noyau acquiert, jamais il ne se produit de nucléole dans celui-ci. Tels sont les myélocytes de beaucoup de batraciens et particulièrement les grands noyaux ramifiés des cellules des tubes séricifères dont il a été question plus haut.

Le diamètre des nucléoles est normalement de 1 à 2 millièmes de millimètre, il est quelquefois de moitié plus petit; mais dans les noyaux hypertrophiés des épithéliums des tumeurs d'origine tégumentaire ou glandulaire, on en trouve qui atteignent jusqu'à 5 et 6 millièmes de millimètre et même exceptionnellement jusqu'à 8 et 10 millièmes.

Dans ce dernier cas, ils sont souvent ovoïdes ou de forme peu régulière, à contour sinueux, ou allongés en bâtonnet, rétrécis ou non vers le milieu ou effilés en pointe à l'une de leurs extrémités. Mais généralement leur forme est sphérique, plus rarement ovoïde ou un peu allongée, et étroite dans le sens de la longueur du noyau.

Lorsqu'ils sont petits, ils offrent l'aspect d'un petit corpuscule noirâtre à centre clair, plus foncé et plus gros que les granulations voisines. Mais lorsqu'ils deviennent plus grands ils ont un contour net foncé, un centre brillant, de teinte ambrée, et sont homogènes. Les nucléoles ont longtemps été considérés comme de nature graisseuse, mais sur les plantes comme dans les animaux ils n'ont aucunement la composition des corps gras (1).

Les nucléoles sont homogènes, transparents, sans structure, sans membrane enveloppante et d'égale densité dans toute leur épaisseur; cependant, bien que très-rarement et surtout dans les gros nucléoles des cellules de certaines tumeurs, on en trouve qui sont un peu granuleux. C'est dans ce cas que la croyance à une série d'emboîtements continus et constants des cellules, a fait donner le nom de *nucléolule* à quelqu'une de ces granulations.

(1) Ch. Robin, *Programme du cours d'histologie*. Paris, 1864, in-8, p. 29, et 2e édition, 1871.

Les nucléoles se distinguent des granulations graisseuses qui peuvent les accompagner, en ce qu'ils sont solubles dans l'acide acétique qui les attaque presque instantanément, dans les tumeurs en particulier, et d'après ce fait que la glycérine les pâlit beaucoup, puis les dissout peu à peu. L'acide sulfurique étendu les dissout également peu à peu. Le nucléole des noyaux des cellules végétales est également dissous par ces réactifs; il en est de même des corpuscules brillants semblables à des nucléoles qui, dans les cellules ou spores de diverses variétés de *levûres*, ont été considérés comme des noyaux.

On ne pourrait songer à attribuer à un nucléole la signification anatomique et le rôle du noyau qu'autant que l'on prendrait celui-ci pour une cellule; car nous venons de voir que le nucléole n'a aucun des caractères propres aux noyaux. Mais dès l'instant où, par les caractères précédents, on aura reconnu les noyaux volumineux pour ce qu'ils sont, la signification du nucléole s'ensuivra naturellement. Du reste, dans les plantes comme sur les animaux étant attaqué par l'acide acétique, la glycérine, etc., il se distingue ainsi aisément du noyau.

ARTICLE V. — PAROI ET CONTENU DANS LES CELLULES SUR LESQUELLES CES PARTIES SONT DISTINCTES.

C'est en étudiant plus loin les modes de production des parois cellulaires que nous aurons à déterminer les rapports du noyau avec la paroi cellulaire et les modifications de forme qu'il peut subir.

Bornons-nous à dire ici que, lorsque la paroi existe, elle est très-généralement transparente, sans granulations. Sa coloration au contact de l'iode, de l'acide chromique, la manière dont l'ammoniaque la dissout, montrent qu'elle est de nature azotée. Pour distinguer les cellules pourvues d'une paroi de celles qui n'en possèdent pas, il ne faut que rarement compter sur la présence de deux lignes périphériques, concentriques, indiquant l'une la face interne, l'autre la face externe de l'enveloppe, et dont l'écartement mesurerait l'épaisseur de celle-ci. On sait, en effet, comme on le voit dans les vésicules adipeuses et beaucoup de cellules épithéliales creuses, que les parois sont gé-

néralement si minces, que ces deux lignes semblent se toucher et qu'elles sont limitées par un seul contour, qui se confond avec celui du contenu. Cependant on trouve quelquefois des vésicules adipeuses qui ont une paroi séparée du contenu par un intervalle plein d'un liquide clair, et dont la paroi est en même temps assez épaisse pour que deux lignes très-nettes, un peu écartées l'une de l'autre, permettent de mesurer son épaisseur par le chiffre de l'écartement. Un fait analogue s'observe dans les cellules épithéliales qui tapissent la face interne des culs-de-sac des glandes pileuses. L'épaisseur indiquée par l'écartement des deux lignes est ici en général assez considérable pour être facilement mesurée. La plus interne n'est pas nette et régulière, elle suit les sinuosités que causent les gouttelettes huileuses accumulées du contenu. Une fois celui-ci évacué par rupture de la paroi, cette ligne interne n'est apercevable qu'autant que la cellule n'a pas été comprimée ; car dans le cas de compression, même assez légère, les parois opposées s'appliquent l'une contre l'autre, la cellule s'aplatit, alors les faces de ces parois opposées adhèrent ensemble et la ligne à peu près parallèle au contour extérieur n'est plus visible. Les cellules épithéliales des glandes pileuses offrent des exemples de ce genre très-frappants et des plus nets. Il en est de même des ovules de divers animaux.

Le contenu des cellules dont il est ici question est quelquefois à l'état de granulations moléculaires solides existant seules ou du moins presque seules ; c'est ce qu'on voit dans un certain nombre de leucocytes devenus granuleux. Dans les ovules, par exemple, ce contenu est formé d'une substance hyaline demi-solide dont il sera question plus loin, devenant peu à peu plus ou moins miscible à l'eau après rupture de la paroi cellulaire (*membrane vitelline*) et tenant en suspension ou agglutinés des granules de composition immédiate et surtout de forme et de pouvoir réfringents divers d'une classe animale à l'autre. Dans ce cas, il est parfois graisseux ; il peut alors être homogène (cellules adipeuses adultes, et quelquefois dans les cellules des glandes pileuses normales ou dans les kystes de ces glandes) ; d'autres fois il est à l'état de gouttelettes avec un liquide incolore azoté (cellules adipeuses en voie d'accroisse-

ment ou d'atrophie), ou bien elles existent seules (cellules épithéliales des glandes sébacées).

Dans les autres cellules, c'est un liquide incolore tenant en suspension des granulations moléculaires azotées grisâtres ou graisseuses. Celles-ci sont doués d'un mouvement brownien d'autant plus vif qu'elles sont plus petites et que le liquide contenu est plus fluide. Ce mouvement suffit, comme on le comprend facilement, pour démontrer l'existence d'une cavité distincte d'une paroi et éclairer déjà sur la nature du contenu, sans recourir à la rupture de l'enveloppe ni à l'emploi des réactifs.

Il est des cellules comme les leucocytes, les cellules de la notocorde, etc., dans lesquelles le liquide contenu est trop dense pour que les granulations puissent manifester le mouvement brownien; ce fait est fréquent dans les cellules des plantes à contenu mucilagineux. Il suffit alors de placer ces éléments dans l'eau, qui, pénétrant peu à peu par endosmose dans les cellules, les gonfle, donne plus de fluidité au contenu, ce qui détermine alors l'apparition du mouvement de la part des granulations restées jusqu'à ce moment immobiles. Lors de l'étude des modes de production de la paroi cellulaire, nous verrons plus loin que les faits contenus dans cet article sont appuyés sur des preuves embryogéniques et évolutives péremptoires.

ARTICLE VI. — DES CHANGEMENTS DANS LEUR STRUCTURE QUE PEUVENT OFFRIR ACCIDENTELLEMENT LES CELLULES.

Lors même qu'elles appartiennent à une même espèce d'élément anatomique, les cellules que l'on voit dans le champ du microscope n'offrent pas toujours toutes une identité parfaite de structure. Dans des conditions normales pour l'organe dont on étudie les éléments, on peut rencontrer un certain nombre de ceux-ci, qui, tout en conservant le type de conformation et de structure générales que présentent les autres, en diffèrent cependant sous ce dernier rapport d'une manière notable.

Dans les cellules épithéliales en particulier, on observe, soit la *multiplicité des noyaux*, soit des *excavations* ou *vacuoles;*

ces changements dans leur structure sont quelquefois normaux, plus souvent au contraire ils indiquent un état sénile ou morbide. Ces modifications peuvent atteindre des limites telles, qu'on pourrait prendre les éléments qui en sont le siége pour des espèces différentes de cellules, si l'on ne voyait ceux qui sont altérés juxtaposés à ceux qui sont régulièrement constitués, et concourant avec eux à la constitution des tissus dont il s'agit; si, d'autre part, on ne trouvait en présence l'une de l'autre des cellules normales et des cellules offrant tous les degrés intermédiaires entre celles-là et les plus modifiées.

Il est encore important de signaler un autre changement de structure, qui est commun dans les cellules épithéliales des tumeurs. Il s'agit de la production d'un ou de plusieurs nucléoles volumineux, à centre jaune et brillant, dans des noyaux qui normalement n'en renferment pas ou n'en contiennent qu'un fort petit. Ces nucléoles eux-mêmes peuvent être sphériques, ovoïdes ou allongés sous forme de bâtonnets, et avoir jusqu'à 2, 3, 4, 6 et même 10 millièmes de millimètre.

De l'état granuleux que peuvent offrir les éléments anatomiques. — Au milieu d'éléments anatomiques conservant les dispositions les plus ordinaires de structure, on peut en rencontrer qui offrent un nombre de granulations plus considérable que les autres. Ces granulations, étant habituellement graisseuses, jaunâtres, réfractant fortement la lumière, changent quelquefois complétement l'aspect général des éléments anatomiques, en les rendant opaques ou diminuant beaucoup leur transparence. Bien que ceux de ces derniers ayant la forme de cellules soient, de tous, ceux qui présentent le plus souvent l'état granuleux, cependant on peut rencontrer des granulations graisseuses dans les fibres lamineuses et surtout dans les corps fusiformes fibro-plastiques de diverses tumeurs; les faisceaux striés des muscles, dans les myéloplaxes des mêmes produits morbides, dans les cellules épithéliales et les noyaux libres d'épithélium des tumeurs mammaires et épididymaires; dans les capillaires, les tubes nerveux, le périnèvre; dans les cellules encore libres ou déjà soudées ensemble du chorion et des villosités choriales.

Cet état est commun dans nombre de conditions séniles

accidentelles et morbides. Il coïncide fréquemment avec une déformation et une augmentation du volume des éléments anatomiques, dont il est même quelquefois la cause. Il peut rendre sphériques des éléments polyédriques, irréguliers ceux qui étaient réguliers, rendre deux à trois fois plus larges certaines cellules, etc. Il a par suite été souvent la cause d'interprétations fausses, en faisant considérer comme espèce distincte d'éléments ceux qui dans une même espèce avaient subi ces changements de structure. La constitution des substances organiques azotées par des acides gras combinés en proportions diverses avec des amides permet de comprendre comment ces composés en se dédoublant, normalement ou non, dans l'intimité même des éléments anatomiques qu'ils forment, et abandonnant les amides généralement solubles et dialysables, laissent sur place les corps gras qui représentent l'autre produit de ce dédoublement. L'insolubilité de ceux-ci dans les liquides aqueux et albuminoïdes ou gommeux fait qu'ils restent à l'état de granules ou de gouttes microscopiques sphéroïdaux, alors que les autres s'échappent (1).

Rapporter exactement à l'espèce à laquelle ils appartiennent les éléments arrivés au plus haut degré de ces modifications de structure qu'on trouve au milieu des éléments normaux qui les accompagnent, devient une des principales difficultés offertes par la pratique de l'anatomie. Il faut pour cela recourir à l'examen attentif de ceux de ces éléments qui présentent l'état granuleux encore assez peu avancé pour laisser voir facilement leurs analogies de structure avec les cellules ou les fibres tout à fait normales ; puis il faut étudier ensuite ces degrés intermédiaires comparativement aux modifications les plus avancées. Les analogies de réactions au contact des agents chimiques viennent aussi en aide ; elles permettent alors de reconnaître à quelle phase est arrivée la lésion des éléments anatomiques et de séparer les individus qui, dans une espèce,

(1) Voyez sur ce sujet : B. Reinhardt, *Ueber die Entehung der Körnchenzellen* (Archiv für patholog. Anat. Berlin, 1847, in-8, t. I, p. 20). — A. Ecker, *Zur Genesis der Entzundungskugeln* (Zeitschrift für rationelle Medicin, 1846, in-8, t. VI, p. 87). — Lebert, *Physiologie pathologique*. Paris, 1845, in-8, t. I. — Donders, *Mikroskopische und microchemische Untersuchungen*, etc. (Hollandische Beiträge, 1847, t. I, p. 758).

sont arrivés à telle ou telle phase de leurs changements, de ceux qui, normaux encore ou altérés, appartiennent à quelque autre espèce.

Des modifications de structure analogues peuvent coïncider avec l'atrophie des éléments comme avec leur hypertrophie. Dans l'un et l'autre cas les changements dans l'aspect extérieur qui en résultent sont considérables, ainsi que les faisceaux striés des muscles en offrent des exemples dans l'atrophie progressive et dans celle avec substitution graisseuse. Mais on peut aussi arriver à reconnaître quelle est la nature réelle de ces modifications, et par suite rattacher les éléments modifiés de la sorte à l'espèce à laquelle ils appartiennent, sans être amené à les considérer comme quelque espèce particulière d'élément qui se serait produite au milieu des autres.

C'est en décrivant chaque espèce de cellules, de fibres, de tubes, etc., que devront être signalés d'une manière spéciale les changements de leurs caractères causés par la présence de granulations graisseuses et autres dans leur épaisseur, parce qu'ils n'offrent rien d'assez identique pour qu'une description générale soit utile.

Nous verrons plus loin qu'il est des animaux, les Batraciens, par exemple, les Glossiphonies, quelques Gastéropodes, sur lesquels les cellules d'origine vitelline sont granuleuses lors de leur individualisation par segmentation ; mais à mesure que ces cellules se développent, leurs granulations, qui pour la plupart ne sont pas graisseuses, se résorbent, et les éléments deviennent plus transparents qu'ils n'étaient. Sur les Mammifères adultes, l'état granuleux accidentel de certaines cellules et fibres peut disparaître aussi parfois à la longue.

Les tubes nerveux peuvent, dans certaines conditions expérimentales, lorsque, par exemple, on les a séparés de toute communication avec la moelle, montrer un état granuleux qui ne leur est pas habituel, et qu'on rencontre aussi dans des conditions morbides analogues à celles que l'expérience détermine. Cet état, qui coïncide avec une atrophie des tubes nerveux dont il suit toutes les phases progressives, et non avec une hypertrophie, est, du reste, tout différent des états granuleux décrits plus haut. Il n'est point dû à l'addition de parties nouvelles,

à des granulations graisseuses et autres qui se seraient produites dans l'épaisseur de l'élément anatomique, mais à ce que la myéline qui est en partie de nature graisseuse (1) a perdu son état homogène et s'est réduite en granulations. Celles-ci deviennent de plus en plus nombreuses avec le temps, comme dans le cas où des principes pénètrent du dehors dans l'épaisseur de l'élément anatomique pour y former des granulations; mais ici le nombre des granulations augmente à mesure que l'atrophie est plus prononcée, à mesure que le contenu graisseux se résorbe, et l'augmentation de nombre tient à ce que les plus grosses granulations se réduisent en plus petites pendant les progrès de cette résorption. Ce phénomène est bientôt suivi de la résorption de cette substance, et alors le tube nerveux devient de plus en plus petit, de plus en plus transparent en même temps que sa paroi propre se rétracte et se plisse, avec ou sans atrophie jusqu'à rétraction complète du cylindre-axe. Cet ordre de modifications des tubes nerveux, bien qu'amenant leur passage de l'état homogène à l'état granuleux, n'est pourtant comparable en rien à celui qui, par production de granules graisseux qui n'existaient pas dans une cellule, etc., les rend grenus, plus volumineux qu'ils n'étaient, parfois même jusqu'au point qu'ils se brisent et se dissocient en parcelles irrégulières; particularité qui entraîne, comme on le voit, la mort de l'élément, la fin de son évolution par sa réduction en détritus. Ces phénomènes et les précédents (p. 82) sont fort différents; ils sont néanmoins considérés comme de même ordre par beaucoup d'observateurs et désignés sous le nom de *régression graisseuse*, mais à tort, ainsi que nous le verrons plus loin.

De certaines déformations et modifications de structure des cellules assez considérables pour les faire considérer comme des détritus de cellules ou de fibres. — Ces déformations, etc., sont habituellement la suite de modifications évolutives progressives, séniles ou morbides, de l'ordre de celles dont il vient d'être question; elles s'observent particulièrement :

(1) La substance blanche de l'encéphale et de la moelle donne de 20 à 25 pour 100 de principes solubles dans l'éther; d'un nerf périphérique à l'autre, il y en a un peu plus ou un peu moins.

1° Dans le contenu des conduits galactophores, sur la plupart des tumeurs de la mamelle;

2° Dans la plupart des tumeurs épithéliales ramollies de la peau, du foie, etc.;

3° Dans beaucoup de tumeurs épithéliales proprement dites et épithéliales d'origine glandulaire du col de l'utérus, du rectum, des fosses nasales, etc.;

4° Dans les tumeurs analogues d'origine épididymaire;

5° Dans les tumeurs à myéloplaxes ramollies, etc.;

6° Dans certains corps fibreux de l'utérus ramollis au centre, sans gangrène ni mortification pourtant, dans certaines grosses tumeurs fibreuses de la mâchoire ou d'autres parties du corps, au centre desquelles on observe des parties friables ou diffluentes, grisâtres, avec ou sans mortification.

Dans ces diverses conditions, à côté de cellules épithéliales bien reconnaissables, de noyaux embryoplastiques, de cellules fibro-plastiques fusiformes, de fibres lamineuses, etc., on trouve des corpuscules irréguliers généralement plus petits que ces éléments, et il est facile de s'assurer qu'ils ne sont point le produit de l'écrasement ni de la rupture des éléments normaux.

La forme des corpuscules qu'elle constitue alors est polyédrique, irrégulière, variant à l'infini, de manière à rendre sa description précise impossible. Généralement anguleux, comme le seraient des fragments de corps friables réduits en poussière, plus rarement à angles arrondis, leurs bords sont irréguliers, dentelés le plus souvent. Leur diamètre varie généralement de 5 à 20 millièmes de millimètre, ou même de 25 à 30 millièmes de millimètre.

Leur nombre est souvent considérable, plus considérable même quelquefois que celui des éléments anatomiques encore bien conformés, surtout dans quelques épithéliomas du foie, de l'utérus, de la peau, des muqueuses, dans les conduits galactophores de quelques espèces de tumeurs mammaires, dans des tumeurs des glandes sébacées, des glandes du col de l'utérus, etc.

Ces corps peuvent être grisâtres, peu transparents par rapport aux cellules normales, mais presque toujours ils offrent par réfraction de la lumière une légère teinte générale jaunâtre

ou d'un brun jaunâtre. Cette teinte est même, dans certains cas, assez prononcée, et les rend moins transparents que les éléments bien conformés, tels que les cellules épithéliales, etc., qu'ils accompagnent. Leurs bords, bien que dentelés, irréguliers, etc., sont fortement accusés le plus souvent. Ils ne se dissocient pourtant pas dans l'eau, ni par la pression des lames de verres. Ils se comportent pour la plupart au contact des agents chimiques, comme les éléments bien conformés qu'ils accompagnent dans le tissu. Ces corps sont des détritus de cellules ou de fibres, selon les cas; éléments qui, après s'être développés régulièrement, après avoir existé avec leurs caractères normaux, se sont ensuite modifiés au point de devenir irréguliers, tels qu'on les rencontre. Parfois ce sont des détritus dus à une dissociation de cellules ou de fibres qui, dans certains produits morbides, sur le vivant même, se réduisent en fragments sans forme ni volume déterminés. La cause de cette dissociation ne peut être considérée comme physique; elle semble due à une altération moléculaire graduelle causée par les conditions nouvelles et accidentelles dans lesquelles se trouve l'élément anatomique.

Quoi qu'il en soit, dans le cas de cellules épithéliales en particulier, quelques-uns de ces corps semblent établir par leur volume, leur forme, leurs réactions et leur structure, une transition entre les plus petits ou les plus irréguliers de ces corpuscules et les éléments normaux. On observe, en effet, les particularités suivantes, en portant son attention sur un grand nombre de ceux-là. En examinant successivement des corps de cette nature de plus en plus gros, à partir des plus petits, on trouve que les plus grands conservent encore une forme analogue à celle des cellules, soit pavimenteuses, soit prismatiques, qui composent principalement le tissu. Cette forme est plus irrégulière, les bords sont plus dentelés, les angles moins nets, mais la forme générale est conservée et d'autant mieux que l'élément a un volume plus voisin de celui des éléments normaux. En outre, quelques-uns conservent un noyau dans leur épaisseur. Celui-ci est généralement plus petit, plus irrégulier que les noyaux normaux et dépourvu de nucléole, mais il est reconnaissable. L'acide acétique, qui pâlit les fragments

ou corpuscules sans noyaux, qui pâlit la portion de substance placée autour du noyau, n'attaque pas celui-ci, rend ses bords plus nets, plus faciles à voir. Il montre aussi qu'un certain nombre des corpuscules irréguliers ayant un diamètre d'un centième de millimètre ou environ, étaient formés par un noyau entouré dans une partie de sa circonférence seulement par une petite portion de substance organisée pâlie par l'acide acétique, comme celle qui compose la masse de chaque cellule régulière.

La connaissance des faits précédents est entièrement expérimentale. Il suffit de la signaler pour faire comprendre quelle importance elle a dans la pratique de l'anatomie, par les difficultés qu'elle peut jeter lors de la détermination des espèces de cellules, etc. L'observation répétée des phases diverses du développement normal ou irrégulier d'une même espèce, leur comparaison les unes aux autres, puis à celles d'autres espèces, peuvent seules habituer à vaincre les difficultés dans les interprétations qui résultent des variétés de forme et de volume offertes par les cellules qu'on a tout à la fois sous les yeux à divers degrés, soit d'évolution, soit d'altération, s'il s'agit des cas morbides. Dans les premiers temps, on croit d'abord à l'impossibilité d'arriver à une solution de la question et tout paraît se ressembler ou se confondre. Mais, lorsqu'au lieu de s'en tenir seulement aux caractères de forme et de volume, on passe en revue les caractères physiques et chimiques de ces éléments, puis ceux de structure, on reconnaît la possibilité de rattacher aux espèces auxquelles ils appartiennent chacun des individus ayant forme de fibre, de cellule, etc., quelle que soit celle des phases normales ou anormales d'évolution qu'il présente ; mais la solution de ces questions est toute d'expérience.

ARTICLE VII. — DIFFÉRENCES ENTRE LES CELLULES EXAMINÉES SUR LE VIVANT ET CELLES QU'ON OBSERVE APRÈS LA MORT, ET DE LEURS ALTÉRATIONS CADAVÉRIQUES.

Les éléments anatomiques que nous soumettons à notre examen sont morts, c'est-à-dire qu'ils ont cessé de se nourrir,

et par suite de se développer, de se reproduire, de se contracter, etc. Ils sont encore géométriquement semblables à ce qu'ils étaient sur le vivant, du moins la plupart. C'est ce que montre l'observation des mêmes cellules faite sur les animaux vivants, puis après la mort.

En étudiant les humeurs et les tissus, on voit que les modifications extérieures que présentent le cadavre de l'organisme entier ou les tissus en particulier, tiennent aux changements survenus dans les humeurs et à la perte d'eau subie par les éléments et non à des changements de la forme, ni même assez souvent du volume de ceux-ci.

Mais de plus, le moment où cesse la nutrition dans presque toutes les espèces de cellules, coexiste avec la disparition de ce qui est caractéristique dans l'état d'organisation et se manifeste sous le microscope par le passage de la substance de ces éléments d'un état remarquablement homogène et hyalin, à l'état finement grenu qui anatomiquement caractérise la mort; cet aspect résulte de la coagulation de leurs substances organiques fondamentales survenant dès qu'elles cessent d'être le siége des actes de rénovation moléculaire continue, ou assimilateurs et désassimilateurs qui caractérisent la nutrition (voy. p. 26).

La plupart des espèces de cellules sont dans ce cas; elles manifestent ainsi un phénomène analogue à celui dont beaucoup de substances organiques sont le siége lorsqu'elles se coagulent, c'est-à-dire qu'elles deviennent alors finement granuleuses, d'homogènes qu'elles étaient. Il est très-important de signaler ce phénomène, car il change notablement l'aspect général des cellules qui en sont le siége. Lorsque, par exemple, on examine les cellules de l'épithélium sur un animal vivant ou qu'on vient de tuer, on est frappé de leur transparence de celle du noyau surtout, de leur état comme turgide. On est frappé en même temps de leur mollesse, de la facilité avec laquelle la compression des unes contre les autres en fait une masse homogène et uniformément granuleuse, dans laquelle on ne peut plus distinguer les plans ou lignes de contact de ces éléments qui indiquaient leurs surfaces limitantes. Au contraire, après dix ou douze heures, plus ou moins

selon les espèces de cellules ou la température extérieure, les éléments sont devenus plus fermes, s'isolent plus facilement, les uns des autres, leurs bords sont aussi plus nets et plus foncés. Leur masse semble alors pourvue de granulations un peu plus grosses, et surtout bien plus nombreuses, par suite un phénomène analogue à ce qu'on voit pour l'albumine d'œuf ou la caséine que l'on coagule sous le microscope. Le contour du noyau paraît également plus foncé, et sa masse moins transparente qu'elle n'était auparavant. Toutes les espèces de cellules offrent des particularités analogues, si ce n'est les hématies, chez lesquelles ces modifications cadavériques sont autres.

Les fibres-cellules, les fibrilles musculaires striées, les fibres lamineuses, sans devenir granuleuses après la mort, montrent pourtant un certain degré de coagulation qui les rend plus fermes, plus roides. C'est ce phénomène élémentaire qui, envisagé dans la totalité du tissu de chaque système anatomique, devient la cause de la rigidité cadavérique (1). Mais dans le cas de ces fibres, il ne va pas jusqu'à les faire devenir finement et uniformément granuleuses, comme cela a lieu dans les précédentes sur les unes et les autres ; du reste, ainsi qu'on doit le comprendre aisément, les agents conservateurs et durcissants exagèrent bien plus encore les différences entre l'état naturel et l'état cadavérique.

On a parlé quelquefois de la coagulation spontanée du contenu des tubes nerveux, c'est-à-dire en dehors de l'influence des agents durcissants; mais ils ne présentent aucun phénomène de ce genre, ni dans les tubes des centres, ni dans les tubes périphériques. Leur substance graisseuse ou médullaire (*myéline*) est aussi homogène dix-huit ou vingt-quatre heures après la mort que sur l'animal vivant ou qui vient d'être tué. Mais cette substance se ramollit de plus en plus à partir du moment de la mort, et d'autant plus vite que la température est plus élévée. Loin de se coaguler et de se durcir, elle se plisse, devient diversement striée en long, puis se réduit au moindre contact en gouttelettes de formes et de dimensions variables,

(1) Sur ce fait donné comme nouveau par quelques auteurs, voyez l'article RIGIDITÉ dans LITTRÉ et ROBIN, *Dictionnaire de médecine*, 10[e] édit., 1855, et 13[e] édit., 1873, et dans Béraud, *Éléments de physiologie*, 2[e] édit., 1856, t. I, p. 137.

dont la présence indique un mode d'altération cadavérique ou un accident de préparation des tubes nerveux qui change beaucoup l'aspect extérieur et la structure normale de ces éléments. Quant au contenu des vésicules adipeuses, son durcissement est un simple fait physique par passage de l'état fluide à l'état solide, conséquence de l'abaissement de température du mélange chimique qui le compose.

La plupart des espèces d'éléments anatomiques portent en eux les conditions d'humidité nécessaire pour que la putréfaction s'établisse dans leur substance même, dès que les conditions de température convenables viennent s'y joindre. Aussi elle se manifeste inévitablement plus ou moins tôt, selon la nature même des cellules et selon l'état de la température. Elles offrent alors peu à peu des modifications correspondantes à ces phénomènes, et dont il est utile de connaître les principales. Mais avant d'entrer en putréfaction proprement dite, elles présentent des degrés intermédiaires entre cet état et l'état normal; ces phases donnent lieu à la formation de diverses productions dont il importe d'autant plus de signaler l'existence qu'elles se montrent avant que le reste de la structure des éléments soit notablement modifié. Elles peuvent en effet laisser exsuder une portion de leur substance altérée, soit avec l'aspect de *matière muqueuse*, soit sous la forme fluide ou sous celle de globules particuliers dit de *sarcode*, ou même de gouttes d'*aspect graisseux;* d'autres fois ils se réduisent en *détritus* d'aspect finement granuleux.

A. — Ramollissement et gonflement cadavérique de certains éléments anatomiques.

Après l'augmentation de consistance dont il vient d'être fait mention et avant que se produisent les phénomènes décrits plus bas, beaucoup d'éléments se ramollissent d'abord; en même temps, ils se gonflent et par suite changent plus ou moins de forme. C'est ainsi que souvent des cellules de la dentine, des cellules épithéliales, prismatiques principalement, etc., après avoir présenté à l'état frais les caractères précédents, soit normalement, soit dans des tumeurs, prennent du jour au lendemain, toutes ou la plupart, une forme sphérique ou sphé-

roïdale, sans augmenter sensiblement de volume dans les premiers moments. Mais alors elles se gonflent davantage au contact de l'eau qu'auparavant, sans que leur transparence et leur état granuleux changent notablement. Si ce sont des cellules allongées, ces modifications peuvent se présenter sur une extrémité qui s'arrondit en forme de massue avant que l'autre change d'aspect.

C'est lorsque les tissus commencent à répandre les premières traces d'odeur de putréfaction que surviennent ces modifications. En même temps ou peu après, les fragments de tissu donnent à l'eau dans laquelle on les dissocie un état filant et comme muqueux qui annonce le début d'une exsudation dont il va être fait mention dans le paragraphe suivant.

B. — Exsudations glutineuses d'aspect muqueux se produisant pendant l'altération cadavérique des cellules.

Le premier degré d'altération cadavérique consécutif à ceux dont il vient d'être question se manifeste plus ou moins tôt, selon le degré d'humidité ou de sécheresse des éléments anatomiques. C'est ainsi que les cellules épithéliales de l'intestin le présentent de très-bonne heure, tandis que les cellules de l'épiderme cutané ne l'offrent pas. L'état alcalin des liquides qui baignent ou humectent les cellules favorisent cette altération, mais on l'observe aussi avec un léger degré d'acidité de ceux-là. Elle consiste en la production d'une matière fluide, incolore, très-transparente, glutineuse, qui exsude de la surface de l'élément anatomique : celui-ci semble alors en être enduit. Cette matière peut exsuder de toute la surface à la fois ou de quelques points seulement de la cellule. Elle n'est pas toujours apercevable immédiatement en raison de sa petite quantité ; mais sa présence est démontrée par l'adhérence des éléments les uns aux autres ou aux corpuscules divers qui flottent dans le champ du microscope, puis elle se gonfle peu à peu en perdant de sa viscosité. C'est ainsi, par exemple, que dans les hématies, cette exsudation qui se manifeste presque instantanément dès que le sang est sorti des vaisseaux depuis quelques moments, détermine l'adhérence de ces éléments les uns aux autres. On peut, dans les conditions de ce genre, l'apercevoir lorsqu'on sépare

les deux hématies qu'elle fait adhérer ; elle se présente sous forme de légers tractus pâles, transparents, visqueux, extensibles par la traction du globule qui s'éloigne de l'autre et revenant sur eux-mêmes dès que ce tractus est rompu. Il faut se garder de prendre ces sortes de productions par altération moléculaire et hydratations graduelles (même dans les liquides albumineux sans addition d'eau) pour une issue d'un protoplasma naturel, erreur qui a été commise (1).

Lorsqu'à l'état frais, des couches, même peu épaisses, d'éléments anatomiques sont soumises à l'examen microscopique, cette substance s'hydratant et rendant l'eau visqueuse tend à s'échapper entre les deux lames de verre à mesure qu'elle exsude ; elle entraîne ainsi et fait glisser les granules et les cellules libres à la surface des couches examinées, fait qu'il ne faut pas confondre avec une progression ou migration naturelle de ces particules (*corpuscules migrateurs*). La substance qui exsude alors des cellules épithéliales se coagule au contact de l'acide acétique, etc., à la manière des mucus et non plus que ceux-ci elle n'est disposée en gouttelettes intra- ou extra-cellulaires ; aussi ne faut-il pas la confondre avec les exsudations dont il va être question.

C. — Gouttes fluides cadavériques.

A mesure que l'altération cadavérique des cellules s'avance, cette exsudation devient de plus en plus abondante, et constitue un des modes de destruction de la substance organisée, par liquéfaction qui accompagne la période moyenne de la putréfaction. Cette altération est fréquemment subie par les fibres lamineuses encore à l'état de cellules fibro-plastiques (fig. 16, *c*), par les cellules de la notocorde, etc. ; elle débute par la production de petites gouttes hyalines uniques ou multiples, de dimensions variées et changeantes, et se produit au sein de la substance cellulaire. Les leucocytes, les cellules de

(1) Ces exsudations ont lieu dans les tissus comme sur les éléments isolés, surtout chez les embryons ; coagulées par les agents durcissants, elles peuvent acquérir un aspect strié, grenu, etc., qu'il ne faut pas confondre avec les dispositions organiques naturelles sur les coupes minces des organes.

la notocorde de l'homme et des autres mammifères en offrent de nombreux exemples. Là, elles ont souvent une teinte légèrement rosée ou jaunâtre. Il faut se garder de confondre ces gouttes cadavériques avec la substance même du corps cellulaire et avec le protoplasma. Il est des cellules comme celles

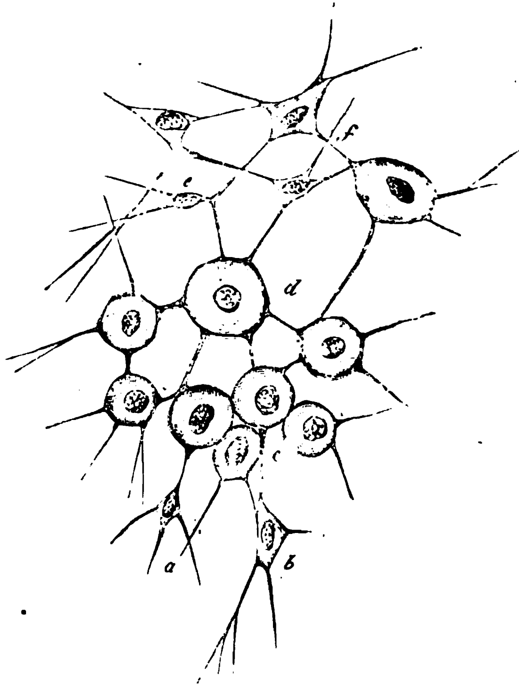


Fig. 16 (*).

de la dentine, des épithéliums spléniques, etc., sur lesquelles ces gouttes soulèvent sur un ou plusieurs points leur paroi pelliculaire qu'elles éloignent du contenu granuleux en le surmontant comme un verre de montre. Elles peuvent finir par détacher la première de celui-ci, surtout le pourtour de la cellule qui devient alors sphérique, avec une couche hya-

(*) Cellules fibro-plastiques d'un follicule dentaire du fœtus humain en voie d'altération. — *a*, *b*, *c*, *f*, éléments encore normaux avec leurs fibres; *c*, *d*, corps fibro-plastiques devenus plus ou moins vésiculeux. Grossies 500 fois. (Ch. Robin.)

line séparant la pellicule de l'amas grenu retenant le noyau.

Sur les cellules à cils vibratiles, ces derniers sont ainsi soulevés avec la membrane cellulaire propre et séparés comme elle du protoplasma. Sur les cellules prismatiques, lorsque cette substance hyaline se produit d'un seul côté du noyau, elle donne à tout l'élément la forme d'un gobelet, et celle d'un sablier; si elle se forme vers les deux bouts opposés du nucléus, la distension peut être telle que la paroi cellulaire s'ouvre à l'une ou aux deux extrémités; la goutte hyaline demi-liquide fait une saillie translucide, et l'élément se vide et se flétrit plus ou moins quand peu à peu la substance hyaline se liquéfie tout à fait. Ces altérations cadavériques sont de celles que les auteurs allemands ont appelées *dégénérescence colloïde* des cellules. Elles peuvent survenir déjà sur l'animal vivant dans les cellules détachées les unes des autres.

Il est très-important de spécifier que les gouttelettes de couleur rosée ou jaunâtre qui se séparent de la substance cellulaire molle des leucocytes et s'y creusent une petite cavité se produisent avant même qu'ils soient à proprement parler altérés cadavériquement, car on les voit déjà pendant qu'ils émettent des expansions amibiformes .Dans les cellules épithéliales des muqueuses, dans celles des embryons de Poissons ou de Batraciens sortis ou non de l'œuf, cette séparation d'un liquide hyalin, jaunâtre ou non, se produit alors qu'elles adhèrent encore à l'animal, dès qu'il est placé sous le microscope depuis 10 à 20 minutes, dans des conditions anormales pour lui. Ce liquide se produit d'abord autour du noyau qu'il isole en quelque sorte du reste de la masse cellulaire (protoplasma de quelques auteurs), puis s'étend dans l'épaisseur de celui-ci en expansions ou canalicules radiés, grêles, multiples, élégamment stelliformes et en même temps la cellule se fronce un peu à la surface. Il importe d'éviter de prendre ces modifications cadavériques pour des dispositions naturelles, ainsi que cela a été fait. Une séparation semblable d'un liquide se produit aussi dans presque tous les ovules non fécondés, plongés depuis quelque temps dans l'eau ou dans une sérosité pour l'examen microscopique. Ce fluide se creuse aussi des canalicules s'irradiant dans le vitellus à partir du noyau (*vésicule*

germinative) comme centre. Les cellules de la notocorde des mammifères produisent aussi une séparation dans leur épaisseur d'un liquide analogue en gouttelettes légèrement jaunâtres ou rosées (fig. 17, *m*) avant l'exsudation des gouttes ou globules muqueux ou sarcodiques dont il va être parlé. Mais elles sont en général dispersées çà et là dans le corps cellulaire.

D. — Gouttes ou globules sarcodiques.

Dans des conditions d'altération un peu plus avancée que celles dont il a été question précédemment, on voit se produire à la surface de presque toutes les espèces de cellules une, deux ou plusieurs gouttes d'une substance diaphane, limitée par un contour très-pâle, très-net, qui ont été appelées *gouttes* ou *globules de sarcode* (1). Elles sont d'abord peu élevées, comme un verre de montre sur son anneau. Puis elles s'agrandissent peu à peu, entourent une partie plus ou moins considérable de la cellule ; quelquefois même elles deviennent plus grosses que celle-ci, l'enveloppent presque entièrement ou bien lui adhèrent par une portion plus étroite de leur circonférence, qui représente une sorte de pédicule par rapport au reste de la masse.

Ces gouttes deviennent souvent libres une fois qu'elles ont atteint un certain volume ou par suite de tractions exercées sur elles par les éléments qui sont entraînés dans le champ du microscope. Elles se présentent alors sous forme de gouttes diaphanes, glutineuses, d'une extrême transparence, à contour très-net, très-régulier, de dimensions naturellement variables, mais oscillant pourtant en général entre 1 et 8 centièmes de millimètre. Ces gouttes sont d'une parfaite homogénéité, molles, compressibles, visqueuses, faciles à déformer par la compression, s'étirant par les tractions accidentelles, et reprenant ensuite leur figure, ce qui, joint à leur volume variable, empêche de les confondre avec quelque cellule que ce soit.

(1) Dujardin, *Recherches sur les organismes inférieurs* (Ann. des sc. nat. Paris, 1833, in-8, t. X, p. 354, pl. X, fig. A et B), et *Sur les prétendus estomacs des animalcules infusoires et sur une substance appelée* SARCODE (*Ibid.*, 1835, t. IV, p. 364, pl. XI, fig. L et S).

Il y a de ces gouttes, sur les cellules blastodermiques et de la vésicule ombilicale particulièrement, qui entraînent parfois quelques fins granules des éléments dont elles proviennent; bien que non-miscibles à l'eau qui les entoure, elles sont souvent assez fluides pour que ces derniers y présentent un mouvement brownien plus ou moins vif, sans qu'il soit possible de constater là l'existence d'une paroi distincte de la cavité.

La régularité et la diaphanéité de ces gouttes leur donnent une grande élégance d'aspect, tant lorsqu'elles sont encore appliquées à la surface des cellules sous forme de saillie hémisphérique, que lorsqu'elles sont libres.

Lorsque les éléments à la surface desquels ont exsudé ces gouttes sarcodiques se trouvent plongés dans beaucoup d'eau, il n'est pas rare de voir celles-ci se gonfler en devenant vésiculiformes à la surface de l'élément, puis se rompre et s'affaisser subitement sous les yeux de l'observateur.

A mesure que les gouttes sarcodiques sourdent autour d'une cellule (fig. 17, *c*, *d*) et s'en détachent ou se dissolvent dans le liquide ambiant, l'élément anatomique diminue de volume, se flétrit et se déforme plus ou moins. Le corps de la cellule finit quelquefois par se détruire entièrement de cette manière et par laisser le noyau seul, un peu flétri lui-même et diminué de volume. Parfois le noyau sort de la masse de la cellule en même temps que quelqu'une des gouttes sarcodiques et il est entraîné par celle-ci. Les cellules de la notocorde, les cellules épithéliales des muqueuses du fœtus, etc, offrent des exemples de ces diverses particularités.

Il est des conditions dans lesquelles les gouttes dont il s'agit se produisent dans l'épaisseur du corps des cellules ou d'autres éléments avant ou en même temps qu'il en exsude à leur superficie. Alors, tantôt elle soulève la partie la plus superficielle de l'élément sous forme d'ampoule très-délicate qui éclate plus ou moins vite lorsqu'elle dépasse un certain volume; tantôt se produisant au centre de l'élément elle le distend, l'agrandit, le rend sphérique et diaphane jusqu'à ce que sa partie superficielle plus dense et plus résistante, trop amincie, vienne à éclater, pour se réduire à une pellicule flétrie qui reste autour du noyau et se détruit bientôt. Les cel-

ules de la dentine, les cellules fibroplastiques fusiformes ou étoilées offrent des exemples de ces faits. Les sphères de segmentation vitelline, les cellules de la notocorde (fig. 17, *m*), les médullocelles, les cellules épithéliales des muqueuses, des

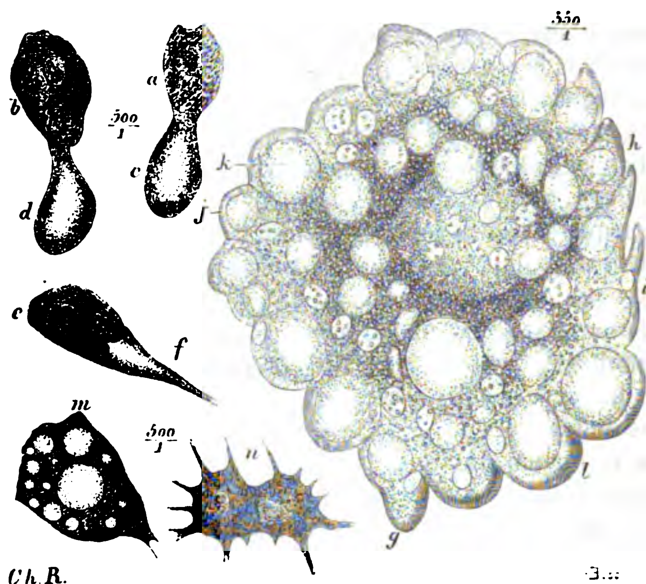


FIG. 17 (*).

glandes, les leucocytes, etc., sont souvent aussi le siége de cette exsudation de globules sarcodiques. Les tubes de la surface du

(*) Amas de cellules et cellules isolées pris dans les cavités intervertébrales du fœtus humain. Les amas sont sous forme de grains grisâtres, déjà apercevables à l'œil nu au centre de la cavité des disques intervertébraux, dans sa substance hyaline et visqueuse. Le centre de ces amas est souvent occupé par un grand globule transparent (figuré ici entre *i*, *j*) et entouré de cellules granuleuses. De *g* à *l*, amas de cellules arrondi d'après une préparation prise sur un fœtus de six mois n'ayant pas été traitée par l'eau, mais faite depuis quelques heures et dans laquelle les cellules commençaient à s'altérer; *i*, *j*, *k*, *l*, cellules creusées d'une grande vacuole qui la distend avec contenu rosé spécial naturel, augmentant de quantité avec l'âge; *g*, *l*, cellules de la surface de l'amas s'étant gonflées et devenues hyalines, transparentes, globuleuses, de polyédriques et finement granuleuses qu'elles étaient; *h*, *i*, cellules ayant subi les mêmes changements, mais allongées; de *a* à *f*, cellules de la même préparation, faite depuis une heure. Elles laissent exsuder des gouttes sarcodiques, qui s'effilent, se pédiculisent, se détachent, et la cellule reprend à peu près sa forme. Elle se flétrit et devient irrégulière, lorsque plusieurs gouttes se sont échappées successivement de la même cellule. Souvent le noyau est entraîné par la goutte sarcodique et reste enveloppé par elle; *a*, *b*, cellules à un et deux noyaux laissant exsuder des gouttes sarcodiques arrondies, allongées, *c*, *d*; *e*, autre cellule laissant exsuder une goutte allongée en pointe, et non encore pédiculée *f*; *m*, cellule isolée creusée de vacuoles se produisant sous les yeux de l'observateur, et prise sur un enfant de quatre ans entre des groupes semblables aux précédents, mais plus grands et à cellules distendues par de grosses gouttes rosées ou jaunâtres; *n*, autres cellules isolées de la même préparation offrant de petits prolongements pâles à leur périphérie. — La gravure a rendu ici trop foncées les cellules isolées.

cristallin et les cellules du cristallin laissent encore exsuder plus facilement ces gouttes diaphanes et en nombre plus considérable. Plus on s'éloigne du moment de la mort, plus leur quantité augmente. Il en est de même lorsqu'on laisse le cristallin dans l'eau.

On en voit encore des exemples dans le tissu de la rate, de

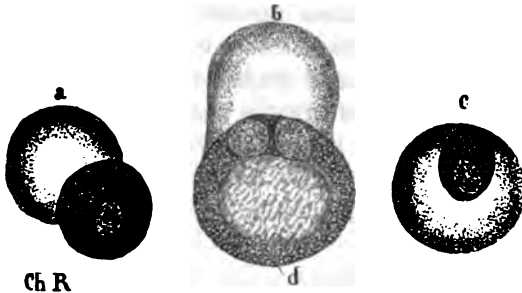


FIG. 18 (*).

la thyréoïde, du thymus, des ganglions lymphatiques, des capsules surrénales, dans la substance amorphe cérébrale, dans la rétine, dans tous les tissus mous des invertébrés et des vertébrés, dans toutes les espèces de matières amorphes. Ces gouttes ou globules peuvent atteindre jusqu'à 8 ou 9 centièmes de millimètre de diamètre. La figure en est très- variable : généralement sphérique ou ovoïde, elle peut être réniforme, en bissac, sous forme de biscuit, etc. Elles se groupent souvent d'une manière régulière autour de certains éléments ou de certains organes, tels que les chromatophores des Céphalopodes. Ces gouttes ou globules, à bords nets ou pâles, sont tout à fait incolores ou d'une teinte à peine bleuâtre ou rosée. Il est des cas dans lesquels celles qui sont sphériques ou ovoïdes pourraient être comparées à certains grains de fécule sans hile ni cercles concentriques, si ces grains n'étaient solides et ne réfractaient plus fortement la lumière que les corps dont il s'agit. Ces gouttelettes sont visqueuses, élastiques, s'étirant en forme de bou-

(*) Cellules (d'un ganglion lymphatique axillaire volumineux atteint de l'altération dite *cancer encéphaloïde*) à la surface desquelles se produisait rapidement sous les yeux de l'observateur une *exsudation sarcodique* hyaline (*a*) ; *d*, cellule creusée d'une cavité centrale pleine d'un liquide homogène repoussant ses deux noyaux, avec exsudation d'une grosse goutte hyaline de ce côté (*b*) ; *c*, petite cellule se trouvant entièrement entourée par le fluide hyalin qu'elle a laissé exsuder (Ch. Robin).

teille ou de fuseau lorsqu'elles rencontrent un obstacle, et sont entraînées par un courant de liquide, mais une fois libres elles reprennent en général lentement leur forme. Leur étude est importante à faire en raison de ce qu'elles englobent fréquemment des granulations moléculaires, tantôt très-fines et grisâtres, d'autres fois graisseuses, pigmentaires, etc. Elles peuvent aussi englober un ou deux noyaux d'épithélium. Dans les glandes sans conduits excréteurs, telle que la rate, la thyréoïde, elles englobent aussi des hématies, fait que j'ai observé souvent dans la rate des Lézards (*Lacerta viridis*, L.), etc.

Au bout d'un certain nombre d'heures ou de jours, selon l'état de la température, les globules sarcodiques se gonflent, puis se liquéfient tout à fait. Ils se mélangent ainsi au liquide dans lequel ils flottent. C'est là encore un des modes de destruction de la substance organisée par liquéfaction, précédant les phénomènes moléculaires de la putréfaction ou en indiquant le début.

C'est de cet ordre de phénomènes qu'il faut rapprocher celui de la diffluence, soit lente, soit presque instantanée de beaucoup d'infusoires, décrite par O. Müller, Dujardin (1841) et autres. Cette diffluence avec échappement et dissociation des granules inclus dans ces animaux peuvent, ainsi que Dujardin l'a montré le premier, être obtenus à volonté sur des infusoires quelconques, en ajoutant une petite quantité d'ammoniaque à l'eau dans laquelle nagent ces animaux.

Dujardin a cité un grand nombre de parties du corps des vertébrés, des invertébrés, des vers et des infusoires surtout, d'ovules divers, sur lesquels on voit se produire cet ordre d'altérations de la substance organisée, faits qu'on est appelé à vérifier dans toutes les observations microscopiques que l'on peut suivre sur ces animaux.

Les exsudations sarcodiques globuleuses ou discoïdes, quelles qu'elles soient, finissent par se liquéfier. Il en est, surtout sur les gros infusoires, les Distomes, les Tænias, etc., qui, encore attenantes à l'animal par un pédicule ou même libres, se creusent de vacuoles ou cavités sphériques pleines d'un liquide moins réfringent que la substance glutineuse; celles-ci vont en grandissant jusqu'à destruction par rupture ou dif-

fluence de la masse sarcodique (Dujardin). Ce fait est facile à vérifier en nombre de circonstances. Certaines de ces gouttes et des précédentes présentent parfois des déformations lentes de l'ordre de celles dont il va être question (p. 102).

Ces altérations comptent aussi parmi celles qui ont reçu en Allemagne les noms de *dégénérescence* et *transformations colloïde* et *muqueuse*. Quelques-uns disent même que la substance cellulaire se transforme alors en mucosine (mucine) ; mais ces gouttes, soit exsudées, soit intra-cellulaires, n'ont pas alors les réactions de la substance fondamentale des mucus, réactions que présentent au contraire les exsudations dont il a été question ci-dessus (page 92, B. Voyez aussi 3e partie, 1re section, le chapitre du *Protoplasma*).

E. — Exsudations graisseuses ou myéliniques des cellules.

Quelques auteurs donnent le nom de *myéline* et considèrent comme étant un principe immédiat tous les mélanges de principes, les uns graisseux, les autres albuminoïdes, etc., fournis par diverses cellules commençant à s'altérer dès que, sous le microscope, ils prennent la forme de gouttelettes, ayant l'aspect de celles que produit la *substance médullaire* du cerveau et celle des nerfs au contact de l'eau. Or, non-seulement ce ne sont pas là des principes immédiats, mais ce sont des mélanges de principes divers, bien que principalement graisseux, dont l'analogie avec la *myéline nerveuse* (*substance médullaire* ou *graisseuse des tubes nerveux*) n'a jamais été prouvée par aucune analyse. A plus forte raison, tout contredit scientifiquement l'application du nom de *myéline*, qu'ont faite quelques observateurs, aux extraits alcooliques ou éthérés de divers tissus et humeurs, sains ou morbides, en raison de ce que, au contact de l'eau sous le microscope, ils prennent des formes cylindroïdes, de gouttelettes, etc., ayant quelque analogie de *configuration* avec la substance médullaire des tubes nerveux (v. p. 85).

Quoi qu'il en soit, en l'absence d'un extrait albumino-graisseux provenant de quelque analyse du sang, d'un tissu convenable, etc., on procède ainsi qu'il suit pour avoir le mélange dit *myéline:* 30 grammes environ d'alcool rectifié sont versés

sur un jaune d'œuf frais; la masse, agitée et bien liée, est chauffée avec précaution, et au moment où l'ébullition commence, on la jette sur un filtre peu épais; on laisse évaporer et refroidir la liqueur jaune que donne la filtration, et la masse qui reste est la *myéline*. La moindre parcelle de myéline suffit pour produire dans le champ du microscope, au contact de l'eau qu'on ajoute, une série de phénomènes remarquables (1).

De tous les bords libres de la masse, on voit sortir des tubes déliés, d'aspect assez analogue à celui des tubes nerveux. Ils semblent constitués par un cylindre central, entouré d'une paroi, dont un léger espace le sépare. Ils s'allongent dans leur diamètre initial et ils s'étendent hors des limites du champ de vision. Leur flexibilité est extrême; ils se replient en spirale, et quelques-uns, revenant sur eux-mêmes, adossent leur spirale à la spirale première du prolongement qu'ils continuent. Ces expansions conservent leur forme au milieu de l'eau, malgré le pouvoir imbibitif de la substance qui les constitue. Ils n'adhèrent pas l'un à l'autre et restent aussi indépendants que des corpuscules de sang. L'ébranlement de la préparation produit un treillis de tubes très-singulier.

Des masses de ce mélange se détachent des globules plus ou moins gros qui en enveloppent d'autres en s'allongeant; puis, en continuant à progresser, ils laissent derrière eux un filament grêle qui s'allonge à mesure que continue cette progression. Il est de ces gouttes qui, par pression réciproque, prennent des formes polyédriques souvent des plus régulières (*cellules artificielles*).

Quand la *myéline* est intimement mêlée à du blanc d'œuf, l'addition d'eau fait paraître, non plus des tubes, mais des globules brillants, sur toute la périphérie de la masse. Ces globules, dont on peut observer directement la production, ont à peine atteint la forme sphérique, qu'ils se détachent spontanément et flottent libres dans la préparation. Les formations analogues avec ou sans granules et corps nucléiformes, se succèdent avec rapidité et offrent une grande analogie avec le fait observé sur le cristallin des poissons, etc., qui consiste en

(1) Drumond, *Monthly Journ.*, 1862; Virchow, 1854; Montgomery, 1867.

une exsudation incessante par ses fibres molles de grands globules hyalins. On ne peut distinguer les globules morphologiquement les uns des autres. Une fois libres, ils ne présentent pas des expansions. Les proportions du mélange de blanc d'œuf et de myéline s'obtiennent après peu de tâtonnements.

Cette marche vers l'individualisation d'une matière amorphe est un fait important que Montgomery rapporte à quelque tendance moléculaire qu'il appelle *crystallising propensity*. Ces globules, avec leur aspect hyalin, méritent suivant lui le nom de *cellules artificielles*. Précipitant l'albumine qu'ils contiennent à l'aide d'une dilution d'acide azotique, on obtient dans ces corpuscules de nombreuses granulations.

Un mélange de sérum et de *myéline* donne lieu à la formation de globules enfermant des granules animés d'un mouvement brownien énergique. Le nombre des granulations varie de un à trois, quatre et plus encore. Comme pour les corpuscules des leucocytes salivaires, la pression suspend les mouvements; le mouvement s'arrête dès qu'un réactif cause la coagulation complète du contenu.

Des mouvements analogues à ceux qui viennent d'être indiqués dans les mélanges artificiels albumino-graisseux (p. 102), amenant des changements de forme incessants, avec production ou non de prolongements périphériques, s'observent sur des corps d'origine organique, mais non organisés, et dans les modifications desquels il est absolument impossible de faire intervenir la contractilité comme cause. Les corps dont je veux parler sont certains de ceux qui proviennent d'éléments anatomiques en voie d'altération, soit morbide, soit cadavérique, et qui réfractent ou non la lumière à la manière des corps gras (1). Certaines tumeurs, soit du tissu cellulaire, soit d'origine glandulaire, etc., rendues *colloïdes* par la présence d'une substance hyaline, plus ou moins glutineuse, montrent aussi des gouttes de ce genre éparses dans cette matière en quantité parfois considérable. Elle y est parfois disposée en longs filaments variqueux ou non.

Les gouttes arrondies ou à contours sinueux, en forme de lar-

(1) Ch. Robin, *Mém. de l'Acad. de méd.* Paris, 1859, in-4, t. XXIX, p. 248.

mes, de virgules, etc., à lignes ou stries intérieures concentriques, sont molles, se déforment lorsqu'elles se compriment réciproquement ou rencontrent un obstacle. Il n'est pas rare, lorsqu'on les observe pendant un temps suffisant, de les voir changer de figure sous ses yeux à mesure que le liquide dans lequel elles flottent s'évapore, lors même qu'elles restent immobiles dans ce liquide (1).

F. — Détritus granuleux des cellules en voie d'altération cadavérique.

Il est encore une autre particularité que présentent les cellules à mesure qu'a lieu leur putréfaction ; c'est leur réduction en granulations moléculaires très-fines, grisâtres, fort nombreuses et douées d'un mouvement brownien très-vif. La production de ces fines granulations est un phénomène postérieur à celui de l'exsudation des gouttes sarcodiques et autres décrites plus haut ; elle ne se montre qu'alors que l'odeur de substances animales putréfiées est déjà manifeste. Les cellules demi-solides homogènes arrivent à être finement granuleuses, d'une manière uniforme dans toute leur épaisseur et avec un aspect autre que celui qu'elles offraient avant (voyez p. 89). En même temps, les contours des éléments deviennent pâles, mal déterminés, et le nombre des fines granulations flottant dans le liquide augmente à mesure que ces particularités se prononcent davantage.

(1) Sur le sujet qui vient d'être traité, voyez aussi : J. Goodsir, *Anatomical and pathological observations*. Edinburgh, 1845, in-8. — J. Engel, *Das Wachsthungesetz thierischer Zellen und Fasern* (Sitsungsb. der K. Akad. der wissensch. zu Vien, 1852 et avril 1853). — Panum, *Ueber künstliche-Milch und kunsl Zellen* (Arch. für path. anat. und physiol. Berlin, 1852, t. IV, p. 159). — Huxley, *On the Cell-theory* (Monthly Journ. of microscop. science, London, 1853, in-8, p. 455). — Barry, *On attempt to show the mode of origin of the Cell-membrane*, etc. (London Edinb. and Dublin philosoph. Magaz, 1854, in-8, p. 282). — J. H. Bennet, *On the structural relation of oil and albumen in the animal economy* (Edinbourg, Monthly Journ. of med. science. London, in-8, 1847, p. 168). — C. Montgomery, *On the formation of to-called Cells in animal bodies*. London, 1867, in-8. — Cramer, *Bemerkungen über das Zellenleben* (Archiv für Anat. und physiol. Berlin, 1848, in-8, p. 20). — Lyons, *Researches on the primary stage of histogenesis and histolysis* (Proceeding of the R. irisch Academy. Dublin, 1853, in-4, t. V, p. 16). — G. Rainey, *On the mode of formation of Shells of animals, of Bone, etc. by a process of molecutar coalescence*. London, 1858, in-8. — J. h. Bennet, *On the molecular theory of organisation* (Proceedings of the royal Society of Edinburgh, 1861, in 8).

C. — **Des prétendues cellules artificielles ou des fausses cellules.**

Dans les diverses conditions d'exsudations de liquides par altération cadavérique des éléments qui viennent d'être passés en revue, dans celles non moins diverses de mélanges naturels ou artificiels, de matières albumineuses et graisseuses, il se produit des enveloppements de granules divers ou d'un des fluides par l'un de ceux auxquels il n'est pas miscible. Il en résulte des globules ordinairement parfaitement sphériques dans lesquels souvent des granules contenus sont doués de mouvement brownien, surtout quand de l'eau ajoutée à la préparation passe par endosmose sous la pellicule que l'un des liquides produit autour d'une gouttelette de l'autre. Ces globules ne sont pas sans analogie d'aspect général avec diverses cellules gonflées par l'eau ou par des liquides naturels passant à l'altération ammoniacale, dont il a déjà été question. Cette ressemblance est surtout frappante, lorsque des noyaux libres ont ainsi été accidentellement englobés avec un fluide, ce qui n'est pas rare dans les préparations de tissus non durcis. A diverses reprises, depuis Ascherson, quelques auteurs ont cru voir là des exemples de formation artificielle de cellules véritables. Mais il est facile de constater que, selon l'expression de Beale, ce ne sont que de *fausses cellules*. Ces globules ne ressemblent, en effet, qu'aux cellules qui par altération, au contact de l'eau, etc., ont perdu leur forme naturelle pour devenir grosses et globuleuses. Elles sont sphériques dès leur formation et non polyédriques, à angles, soit nets, soit arrondis, comme presque toutes les cellules animales et végétales au moment de leur individualisation. Une fois formées, elles ne subissent aucun des changements évolutifs ou de multiplication dont toutes les autres cellules fournissent des exemples. Si elles changent de forme, c'est par contact et pression seulement, comme les cellules véritables gonflées par tel ou tel agent; mais leur structure ne varie pas. Il en est, à plus forte raison, de même pour le cas où il s'agit de corps minéraux, comme le soufre, divers oxydes de fer, etc., prenant une disposition vésiculeuse par la fusion, etc. Quelque variées et curieuses que soient les

images de ces corps, il n'y a d'analogies entre les uns et les autres qu'au point de vue de certaines dispositions morphologiques, de la forme globuleuse de quelques-uns, de la figure polyédrique par pression réciproque pour d'autres, et encore ne sont-elles que superficielles; mais au point de vue de la nature réelle des choses, en tant que corps organisés, ayant une structure cellulaire, etc., les différences sont absolues. Sous ce rapport, ce n'est qu'en pure perte de temps qu'on peut comparer ces corps. (Voyez la note, p. 56 et 57.)

CHAPITRE III

DU MODE DE PRÉPARATION ET D'EXAMEN DES CELLULES.

Nous avons donné ailleurs la description des moyens directs ou indirects à l'aide desquels on isole les éléments anatomiques, pour examiner leurs caractères physiques, chimiques et de structure (1). Ajoutons seulement que pour atteindre ce but, les procédés à employer doivent être en rapport avec la nature des corps dont ils sont appelés à déceler les attributs. Pour interpréter exactement la nature des caractères que nous font saisir ces procédés et les instruments employés à leur recherche, il faut connaître la *théorie* de ceux-ci, c'est-à-dire les sciences mêmes dont ces moyens sont une application. Or le microscope, instrument nécessaire pour apercevoir les cellules, nous les montre à l'aide de la lumière qui les traverse, qui est transmise et réfractée par elles, et non plus à l'aide de la lumière qu'elles réfléchissent, contrairement à ce qui a lieu pour les objets qui frappent habituellement nos yeux. Nous ne constatons la forme réelle de ces corpuscules que par celle de leur image successivement grossie un certain nombre de fois et projetée sur la rétine vivement éclairée, comme une ombre sur un fond brillant. Nous ne jugeons de leur volume relatif et absolu que par la connaissance du pouvoir amplifiant des

(1) Voy. Ch. Robin, *Traité du microscope*, etc. Paris, 2e édit., 1872, in-8, 2e part., p. 158 à 218.

objectifs et des oculaires réunis et par les mensurations micrométriques. Il est donc de toute nécessité de connaître scientifiquement les phénomènes de la réfraction, si l'on veut arriver à interpréter exactement les impressions ainsi perçues, interprétation des plus importantes, car ce ne sont pas des *aspects* qu'il s'agit ici de décrire et de figurer, mais la structure réelle de corps bien déterminés.

L'image des objets microscopiques est ainsi d'une autre nature que celle des objets vus à l'aide de la lumière réfléchie. Par suite de ces particularités, on ne peut acquérir une notion exacte des attributs des éléments anatomiques, qu'après les avoir observés directement ; car les dessins ne reproduisent ces corps vus par lumière transmise et la réfractant, que par des figures qui reportent tout sur un seul plan et qui sont examinées à l'aide de la lumière réfléchie.

Si la petitesse des cellules et les lois de la réfraction de la lumière au travers des lentilles grossissantes obligent à observer les objets par transparence ; si de cela résulte qu'on n'acquiert pas une idée exacte de la forme et de l'épaisseur des éléments au premier coup d'œil, cet examen a un avantage que ne possède pas celui des corps vus à l'aide de la lumière réfléchie. Cet avantage résulte de ce que, grâce à la transparence des objets, on constate en même temps quelle est leur forme et quelles sont les parties qu'ils renferment, c'est-à-dire quelle est leur structure intime.

Une fois l'isolement obtenu et une fois reconnue la nature organisée de l'objet qu'on a sous les yeux, on peut avoir à se demander si le corps organisé est un fragment d'élément anatomique ou un élément entier, et si ce dernier appartient à une espèce nouvelle ou à une espèce déjà connue, dont il représente telle ou telle phase d'évolution.

ARTICLE PREMIER. — MANIÈRE DE DÉTERMINER SI LE CORPS ORGANISÉ OBTENU EST UNE PORTION, UN FRAGMENT D'ÉLÉMENT ANATOMIQUE, OU EST UN ÉLÉMENT ANATOMIQUE ENTIER.

La solution de ce problème est toute d'expérience et de comparaison ; il n'y a pas un caractère unique et absolu qui, une

fois donné, exempte de recourir aux autres pour le résoudre. Les circonstances relatives à cette question sont au nombre de trois principales.

A. Il n'est pas d'espèce de cellule pour laquelle on ne parvienne à obtenir facilement un certain nombre d'individus entiers, qu'on trouve conformés régulièrement de la même manière dans chaque préparation faite sur des sujets différents. C'est après la comparaison les uns aux autres de ces éléments, dits normalement constitués, et de plusieurs espèces, que l'on parvient à reconnaître, dans une préparation qui renferme un grand nombre d'éléments, ceux qui sont seulement des fragments des autres et proviennent de certains d'entre eux qui ont été brisés par les moyens de dilacération employés. Si l'on excepte les tubes nerveux du cerveau et de la moelle épinière et les cellules ganglionnaires, on trouve toujours un plus grand nombre d'éléments intacts que de ceux qui ont été déchirés. Ceux-ci se reconnaissent comme tels en ce que, présentant dans une certaine partie de leur étendue la forme des éléments entiers, ils offrent brusquement une interruption qui les rend plus petits et montre qu'une portion de leur masse manque. Le fragment correspond, en un mot, quant à sa forme et à son volume, à une partie seulement des éléments entiers, et, au point où a lieu l'interruption, on voit les bords réguliers de la fibre ou de la cellule se joindre à un bord dentelé, qui, par son aspect sans régularité, apparaît manifestement comme le résultat d'une déchirure. On constate, sans peine, après quelque temps d'expérience, que c'est une moitié, un quart, ou quelque portion, soit plus grande, soit plus petite, d'une cellule que l'on a sous les yeux. C'est ce dont l'étude des fibres-cellules, de beaucoup de variétés de cellules épithéliales, glandulaires, etc., fournit des exemples fréquents.

B. Il peut se faire que le fragment ou *détritus* d'élément anatomique existe naturellement, c'est-à-dire qu'il se peut que dans une espèce particulière, dont la structure est normalement bien déterminée, on trouve des individus qui n'offrent réellement pas de structure visible, quoiqu'on parvienne indirectement à voir que la constitution moléculaire intime soit celle de la substance organisée et de telle espèce même plutôt

que de telle autre. Ce fait peut tenir, soit à une anomalie dans le développement de certaines cellules par exemple, soit à une altération d'éléments qui ont d'abord été régulièrement constitués. Cette question étant déjà traitée en fait (p. 85 à 88), il suffit d'y renvoyer afin d'éviter d'inutiles répétitions.

C. Beaucoup d'éléments anatomiques figurés, qui sont naturellement demi-solides, peuvent se réduire facilement, non plus en fragments, conservant plus ou moins quelque chose de la forme normale, selon leur étendue, mais en gouttes de dimensions, et quelquefois de formes très-diverses. Cette réduction en gouttelettes est, du reste, d'autant plus facile et porte sur une quantité de substance d'autant plus grande, que la mort date de plus longtemps, que l'altération s'avance davantage; elle est la conséquence de phénomènes moléculaires de putréfaction, et nous avons suffisamment étudié ces diverses sortes de gouttelettes pour ne pas être obligé d'en parler ici. (Voyez pages 93 et suivantes.)

Des éléments anatomiques qui ont une paroi solide, plus ou moins fragile, et un contenu liquide, peuvent, après rupture de la première, laisser échapper celui-ci sous forme de gouttes également. Il faut distinguer ces gouttes des précédentes, d'une part, et de l'autre ne pas les prendre pour des éléments anatomiques particuliers; il faut, enfin, reconnaître l'enveloppe plus ou moins complétement vide, pour ce qu'elle est.

a. Les cellules adipeuses peuvent souvent se rompre lorsqu'on les prépare; leur contenu s'échappe sous forme de gouttes graisseuses. Celles-ci, lorsqu'elles sont très-petites, ne peuvent pas toujours être distinguées des granulations ou gouttelettes graisseuses qu'on trouve libres dans divers tissus. Toutefois, elles sont généralement plus grandes, plus fluides, et ont, par suite, un aspect particulier difficile à bien comprendre d'après une simple description, mais qui se reconnaît sous le microscope lorsqu'on a examiné souvent ces gouttes produites accidentellement, et qui permet de les distinguer de toutes les autres sortes.

b. Les tubes nerveux périphériques et centraux offrent également une partie de leur substance qui est demi-liquide, se réduit facilement en gouttelettes, qui se détachent des tubes

rompus et flottent dans le champ du microscope. Elles ont des contours si nets et un aspect intérieur si spécial, qu'on les voit quelquefois prendre par les commençants pour des cellules. Cette erreur n'est jamais de longue durée, parce que, comme pour les gouttes du contenu des cellules adipeuses, on les voit se former sous ses yeux (voyez p. 101 et suivantes).

ARTICLE II. — MANIÈRE DE DÉTERMINER SI L'ÉLÉMENT ANATOMIQUE TROUVÉ EST UNE ESPÈCE NOUVELLE D'ÉLÉMENT OU QUELQUE ÉTAT D'ÉVOLUTION OU D'ALTÉRATION D'UNE ESPÈCE DÉJA CONNUE.

Pas plus que pour les questions précédentes, il n'existe de procédé qui puisse permettre de résoudre celle-ci d'une manière absolue, sans études préalables. Une détermination de ce genre ne peut être donnée qu'après comparaison de l'élément anatomique qu'on a sous les yeux avec les diverses espèces d'éléments connues, envisagées non-seulement à l'état adulte, mais aux diverses phases de leur évolution et dans les diverses conditions morbides où elles peuvent se trouver. La solution de cette question suppose donc connus les caractères que présentent les cellules dans leurs divers états de développement, tant normaux que morbides, à compter de l'instant de leur naissance jusqu'à celui de leur fin, en tant que corps organisé.

C'est seulement lorsqu'on aura constaté que nul des états normaux ou morbides, embryonnaires ou adultes de l'élément anatomique qu'on a sous les yeux, n'est semblable à un état correspondant des éléments déjà connus, ayant forme de cellules, de fibres, de tubes, etc., qu'on pourra dire s'il représente ou non quelque individu appartenant à une espèce nouvelle. Ainsi, la solution de cette question est loin d'être toute d'observation, elle est en plus grande partie encore de *comparaison*.

Une étude expérimentale et méthodique des caractères des éléments anatomiques envisagés sous les divers états qu'ils offrent pendant toute la durée de leur existence et *comparés* aux mêmes états des autres cellules, tubes, fibres, etc., qu'on croit analogues, peut seule faire atteindre le but qu'on se propose en pareille circonstance.

De la rencontre dans le champ du microscope d'un grand nombre de cellules qui ont des formes et un volume très-variés, lorsque, d'un autre côté, tout doit porter à croire qu'ils sont de même espèce, il peut certainement résulter de l'incertitude dans les premiers temps : 1° soit sur la question de savoir si l'on a eu une ou plusieurs espèces sous les yeux ; 2° soit même sur celle de savoir s'il est possible de déterminer les espèces d'une manière précise. Mais, d'un examen répété résulte aussi, au bout de peu de temps, l'habitude de distinguer ces espèces dont les variations ont lieu entre des limites restreintes pour chacune d'elles quelle qu'en soit la fréquence. On reconnaît également que les incertitudes viennent souvent de ce qu'on s'est vivement préoccupé des formes singulières, bien que leur nombre soit petit, et qu'on a fixé sur elles son attention beaucoup plus que sur les formes les plus nombreuses dont le volume, etc., sont bien plus uniformes et bien plus réguliers.

CHAPITRE IV

DES SUBSTANCES DITES INTERCELLULAIRES OU AMORPHES.

La description des cellules entraîne presque inévitablement celle des parties constituantes élémentaires connues sous les noms d'*éléments ou matières amorphes demi-solides ou solides*, de *substances intercellulaires*, *interfibrillaires*, *conjonctives*, *unissantes*, *substances organiques unissantes*, *substances hyalines amorphes unissantes* (1).

Leur apparition dans l'économie est relativement tardive. Elle a lieu seulement en même temps que celle des éléments des tissus définitifs ou permanents, tels que ceux des tissus nerveux, lamineux, fibreux proprement dits, des bulbes pileux

(1) On trouve les substances amorphes désignées encore sous les noms de *masses de remplissage* et de *tissus connectifs*. Mais c'est commettre là une double erreur, car le tissu cellulaire, depuis longtemps appelé *cellulaire, connectif*, etc., n'est pas une simple masse de remplissage, il est formé par des éléments parfaitement configurés et il contient lui-même dans l'allantoïde, le cordon ombilical, le rostre des sélaciens et ailleurs encore, une matière amorphe, *masse de remplissage*, hyaline demi-solide le rendant *colloïde*.

et dentaires et celui de la moelle des os. Elle manque au contraire entièrement entre les cellules blastodermiques et épithéliales (voyez 3e part., 1re sect., chap. II), et la matière non encore segmentée en cellules interposée à des noyaux d'épithéliums normaux ou morbides ne doit être considérée à aucun titre comme analogue aux substances dont il est ici question.

Il s'agit ici d'espèces de substances organisées, solides ou demi-solides, existant dans quelques tissus normaux de presque tous les animaux et les végétaux qui ne sont pas unicellulaires, et dans divers tissus pathologiques, interposées aux éléments anatomiques figurés, mais n'offrant pas de formes qui leur soient propres et parsemées ordinairement de granulations moléculaires qui en font varier l'aspect. Ce sont à proprement parler des parties élémentaires qui n'ont d'autre configuration que celle des interstices qu'elles comblent entre les cellules et surtout entre les éléments anatomiques fibreux associés par entrecroisement, etc.

C'est parce qu'on a cru que la substance organisée était toujours à l'état *figuré* (voyez p. 23), à l'état de cellules pouvant devenir ensuite fibres ou tubes, que divers auteurs ont méconnu l'état réel sous lequel elle se trouve dans quelques tissus des vertébrés et de certains invertébrés, tels que les Acalèphes; c'est théoriquement et en se mettant en contradiction avec l'observation que (en dehors des cas de soudure de plusieurs cellules comme dans les spongiaires, etc.) quelques-uns considèrent toute substance amorphe parsemée de noyaux, celles des centres nerveux par exemple, comme représentant la matière (protoplasma) non encore individualisée d'autant de cellules qu'il y a de noyaux, ou ne formant qu'une masse par cohérence et soudure. Il faut noter que l'existence et la nature de ces matières amorphes ne pouvaient guère être bien déterminées que par exclusion progressive en quelque sorte. Ce n'est qu'après avoir étudié tous les éléments anatomiques normaux et morbides figurés qu'il devient possible de reconnaître peu à peu qu'il y en a qui sont purement amorphes, et bien qu'accessoires à côté des premiers, ils concourent aussi à la constitution du produit. On observe alors dans le champ du microscope une épaisseur variable de matière amorphe, granu-

leuse ou non, interposée aux fibres, aux cellules, aux culs-de-sac glandulaires, etc., qu'elle tient à la fois réunis et écartés (1).

On peut distinguer plusieurs espèces de substances amorphes, tant d'après les différences d'aspect qu'elles offrent (transparence, mollesse ou ténacité), que surtout d'après leurs réactions et d'après la constance de leur distribution dans telle ou telle région de l'économie.

Toutefois, sans parler même de celles que l'on voit si nettement entre les fibres et les cellules dans les tissus des polypes médusaires, il est facile de distinguer celle qui, interposée aux éléments figurés du tissu des mollusques céphalopodes et autres, du tissu lamineux du rostre des plagiostomes, etc., lui donne un aspect gélatiniforme et une consistance glutineuse. Elle se retrouve dans diverses régions entre les fibres et les vaisseaux de ce tissu sur les autres vertébrés, jusque chez l'homme comme dans l'allantoïde, le cordon ombilical, etc. On en voit aussi entre les fibres et les faisceaux de fibres de quelques ligaments, de la trame des séreuses, des épiploons, de l'arachnoïde spécialement et de diverses tumeurs. Elle est bien distincte de celles qui existent entre les éléments figurés de la moelle des os, d'une part, entre ceux des centres nerveux d'autre part. Ce sont du reste, avec quelques muqueuses, les seuls tissus des vertébrés qui en montrent.

Quelques auteurs ont considéré les *faisceaux de fibres lamineuses* comme les *éléments* du tissu, éléments qui seraient homogènes et simplement très-finement *striés* dans le sens de leur longueur (2). D'autres, comme Reichert, considèrent le tissu lamineux comme composé d'une masse ou substance homogène dont l'aspect fibrillaire est dû à son propre plissement et dont la subdivision en fibres est le résultat artificiel

(1) Schwann (*loc. cit.*, 1838, p. 67) emploie l'expression de substance intercellulaire comme synonyme de cytoblastème ou blastème (voy. p. 13). Depuis lors elle a été appliquée par Gerber, puis par d'autres après lui à la désignation de parties très-différentes, telles que celles qui font le sujet de ce chapitre et de la substance propre des os et du cartilage (Gerber, *Handbuch der allgemeinen Anatomie*. Bern, Thur und Leipzig, 1840, p. 16).

(2) Todd et Bowman, *Physiological Anatomy*. London, 1845, in-8, p. 68, 69, 73 et 74.

des moyens employés pour les observer (1). Cette hypothèse ne peut être soutenue en face des cas nombreux dans lesquels on voit les fibres lamineuses isolées avant toute dilacération, entrecroisées en diverses directions, soit complétement développées, soit à l'état de cellules fibro-plastiques au milieu de la *substance amorphe* transparente, homogène ou plus ou moins granuleuse de tumeurs offrant l'aspect colloïde, au milieu de celle du tissu lamineux normal de même apparence dans le cordon ombilical et dans le tissu lamineux interposé au chorion et à l'amnios, dans celui du rostre des plagiostomes, etc. Elle ne peut l'être davantage devant l'observation du mode de développement de ces éléments, tant chez l'embryon que dans les tumeurs, etc.

Dès 1845 aussi, Reichert (2) a, sous le nom de *tissus de substance conjonctive*, considéré comme étant de simples variétés évolutives d'un même tissu, non-seulement les *tissus lamineux, fibreux et tendineux, fibro-cartilagineux, cartilagineux et osseux*, mais encore le squelette et les tendons chitineux des articulés, la paroi de la chorde dorsale, la membrane de Demours, le myolemme, la paroi propre des tubes glandulaires et la capsule des glomérules de Malpighi du rein.

Depuis lors et en particulier depuis que, dès 1851, plusieurs de ces vues ont été appuyées par Virchow, on trouve dans la plupart des écrits modernes le nom de *substance conjonctive* ou encore de *tissu conjonctif* employé pour désigner toute partie molle interposée, dans les tissus sains ou pathologiques, aux fibres musculaires, aux tubes et aux cellules des tissus nerveux, aux tubes glandulaires, distendus ou non par des épithéliums, etc.

Or, à cet égard, rien ne justifie l'hypothèse qui conduit quelques auteurs à considérer le tissu lamineux, quelque mou et gélatiniforme qu'il soit, comme une substance homogène dont les éléments se seraient fondus ensemble; rien ne justifie

(1) Reichert, *Zur Streitfrage über die Gebilde der Bindesubstanz, über Spiralfaser und über den Primordialschädel* (Archiv für Anat. und Physiol., Berlin, 1852, in-8, p. 521).

(2) Reichert, *Bemerkungen zur vergleichenden Naturforschung und vergleichende Beobachtung über das Bindgewebe und die verwandte Gebilde.* Dorpat, 1845, in-8.

non plus l'hypothèse d'après laquelle les fibres de ce tissu seraient de même nature que la substance amorphe qui leur est interposée soit normalement dans le cordon, dans les bulbes dentaires, dans l'organe de l'émail, dans diverses tumeurs, etc. Dans toutes ces conditions, les phases suivies par les fibres dans leur évolution à compter de l'époque de leur apparition et l'examen direct permettent toujours de distinguer celles-ci de la substance amorphe hyaline ou plus ou moins grenue qui leur est interposée. Les altérations de ces éléments figurés, le passage à l'état adipeux de ceux qui ont la forme de cellules fibro-plastiques, puis, surtout, les différences dans les réactions chimiques qui existent entre ces éléments et la matière amorphe, interposée en quantité variable, n'autorisent en aucun cas à considérer ces deux espèces de parties constituantes du tissu lamineux comme étant de même nature, et n'en formant qu'une seule.

On voit ainsi combien est grande l'erreur de ceux qui, sous le même nom de *substance conjonctive* ou *unissante*, confondent les *matières amorphes* avec le tissu lamineux et considèrent comme ne formant qu'une seule et unique espèce des éléments aussi différents partout où ils les rencontrent réunis dans les tissus sains ou morbides. Il est manifeste pourtant qu'on ne saurait considérer comme identiques les fibres lamineuses entrecroisées en diverses directions et la matière hyaline qui naît, se développe et réagit tout autrement qu'elles, qu'on trouve interposée à ces éléments figurés dans le cordon ombilical (1), le bulbe dentaire, dans diverses tumeurs, etc.

Il en est à plus forte raison de même de la substance amorphe d'un gris rougeâtre, finement granuleuse, qu'on voit interposée aux fibres lamineuses fines et rares qui forment une trame fibrillaire déliée, lâche, peu abondante par places, dans la moelle des os ; matière amorphe au sein de laquelle se trouvent les médullocelles et les autres éléments de ce tissu.

(1) La *substance amorphe du cordon ombilical*, qui est la plus ancienne de celles qui ont été décrites, a été appelée : Gelatina funiculi umbilicalis (Wharton, *Adenographia ;* Londini, 1656, in-12, p. 243) ; Mucus crystallinus gelatinosus (Haller, *Elementa physiologiæ ;* Lugduni Batavorum, 1766, in-4, t. VIII, p. 217). Gélatine de Wharton ; Lymphe visqueuse du cordon ; Matière du tissu spongieux du cordon, etc.

Ces différences entre les tissus lamineux et les matières amorphes, spécifiquement très-distinctes elles-mêmes les unes des autres, sont encore plus tranchées lorsque ces matières existent seules sans mélange de fibres lamineuses entre certains éléments anatomiques figurés. Telle est, par exemple, la matière amorphe finement granuleuse qui est abondamment interposée aux cellules et aux cylindre-axes de la substance grise des centres cérébro-rachidiens et de la rétine, et qui se prolonge avec des capillaires sous forme de minces cloisons entre les faisceaux blancs des tubes nerveux de ces organes. Sous les noms de *névroglie* (Virchow, 1856), de *reticulum*, de *substance ou de tissu conjonctif* (Kölliker), elle est pourtant considérée par beaucoup d'auteurs comme n'étant autre chose que du tissu lamineux. Or, on sait qu'à l'état frais elle est molle, grisâtre, finement grenue, parsemée de *myélocytes* fort différents en tous points des noyaux embryoplastiques. On constate nettement que, non-seulement cette matière amorphe est très-distincte de celle qui normalement existe dans les parties du tissu lamineux que nous avons citées, mais encore qu'elle diffère sous tous les rapports des autres éléments de ce tissu (1). Non-seulement les noyaux dont elle est parsemée diffèrent des noyaux embryoplastiques, non-seulement, à aucune époque de son évolution, elle ne passe par l'état de corps fibro-plastiques fusiformes ou étoilés, mais encore ses réactions sont toutes différentes de celles du tissu lamineux. Molle, grisâtre, finement grenue à l'état frais, se ramollissant promptement et se dissociant en flocons et en granules très-fins peu de jours après la mort, elle est durcie sans perte notable de volume par les acides chromique, hyperosmique, azotique, par l'alcool, par le perchlorure de fer, etc., tandis qu'il n'en est pas de même des éléments du tissu lamineux et de la substance hyaline, dans les organes premiers où il en renferme. De plus, après ce dur-

(1) Sa *substance amorphe cérébrale* a été appelée substance finement granuleuse des circonvolutions (Valentin, *Zur Entwickelung der Gewebe, der Muskel, des Blutgefæss, und des Nerven Systems*; Archiv für Anat. und Physiol. von J. Muller, 1840, p. 219), substance fondamentale grenue, substance grenue, substance à grains fins de la substance grise (Henle, *Anat. gén.*, trad. franç., Paris, 1843, t. II, p. 228 et 229), substance grise amorphe (Mandl, *Manuel d'anat. gén.* Paris, 1843, in-8, p. 144).

cissement qui la rend même plus ferme que les éléments figurés entre lesquels elle se trouve, ceux-ci peuvent sur les coupes être détachés et la laisser à l'état de masse solide ayant pris un aspect soit réticulé, soit spongieux, suivant l'épaisseur de la coupe, par suite des vides régulièrement espacés résultant de l'enlèvement des éléments qu'elle tenait écartés; car il importe de remarquer que l'aspect réticulé qui lui a fait donner les noms de *reticulum* et de *substance conjonctive réticulaire* (Kölliker) ou *spongieuse* (M. Schultze) est purement artificiel. Avant le durcissement du tissu nerveux, l'exécution des coupes, puis l'enlèvement des éléments figurés qu'elle tient ainsi à la fois écartés ou réunis, elle forme, en effet, non pas un réseau, mais des cloisons continues les unes avec les autres, très-différentes par leur étendue en longueur et en largeur, assez épaisse dans beaucoup de points de la substance grise, très-minces entre les myélocytes des couches formées par ces éléments dans le cervelet, minces également dans toutes les parties de la substance blanche, surtout dans celle du cervelet, du corps calleux, où elles n'ont souvent que 2 à 3 millièmes de millimètre d'épaisseur. Mais, dans aucune de ces conditions, elle ne présente l'état fibrillaire qu'on trouve en pareille circonstance au sein de toute partie constituante d'un organe réellement formé de tissu lamineux. Ce fait devient particulièrement frappant lorsqu'on suit dans les cloisons et dans la moelle les cloisons que forme cette substance jusqu'au contact de l'épendyme d'une part et de la pie-mère d'autre part, membranes qui, au contraire, présentent nettement cette disposition fibrillaire. Cet organe est en effet le seul, dans l'intérieur de l'appareil cérébro-spinal, qui soit principalement formé de fibres lamineuses, par suite de ce fait que les centres nerveux sont, au début de leur évolution, ouverts en arrière en une gouttière que tapisse le tissu lamineux ambiant qui, après l'occlusion de cette dernière, forme la pie-mère à l'extérieur et la séreuse ventriculaire ou épendyme à l'intérieur.

Henle et Merkel ont nettement montré que rien n'indique une transformation successive du tissu feutré provenant de la pie-mère en un tissu grenu homogène; *loin de là*, *les réactions chimiques constituent une différence profonde entre les deux*

substances; en effet, la solution de potasse, l'acide acétique, la coction, se comportent sur la substance grenue comme sur les corps albumineux et sur la partie granuleuse des cellules nerveuses. En se fondant sur ces réactions, ces auteurs nient la nature connective de la névroglie (1). Ils ont montré, entre autres faits, que le tissu cellulaire filamenteux et réticulé devient clair et homogène dans l'acide acétique, la solution de potasse et l'eau bouillante. La substance granuleuse amorphe, cérébro-spinale, se comporte comme le tissu connectif au contact des acides étendus et des alcalis, en ce qu'elle pâlit et se gonfle un peu dans ces réactifs. Mais le tissu lamineux gonflé dans la solution potassique reprend plus ou moins complétement sa structure première après le lavage par l'eau; au contraire, la *substance granuleuse*, devenue transparente dans la dissolution de potasse, est complétement dissoute par l'addition d'eau.

Pendant que toutes les couches de la pie-mère subissent dans l'eau bouillante les changements ci-indiqués, de manière que fibres, noyaux et vaisseaux sont changés en une masse transparente et gonflée, on voit la couche dans laquelle prédomine la substance granuleuse ne subir aucun changement manifeste, ni quant à son volume, ni quant à sa texture. C'est tout au plus si elle se resserre un peu et devient uniformément plus foncée. Les granules, au lieu de disparaître, comme cela devrait arriver s'ils étaient réellement des coupes transversales de fibres du tissu connectif, deviennent seulement plus prononcés. Tandis que la teinture de carmin colore en rouge tout le tissu cellulaire de la pie-mère en même temps que les cylindres-axes, la substance granuleuse reste sans être colorée sensiblement.

Partout où abonde cette substance, elle envoie, dans la

(1) Henle et Merkel, *De la prétendue substance conjonctive des organes centraux du système nerveux* [*Ueber die sogenannte Bindesubstanz der Centralorgane des Nervensystems*] Henle's et Pfeufer's Zeitschr., 1869, t. XXXIV, p. 49 à 82, pl. III à IV; Centralbatt für die medicinischen Wissenchaften, n° 8, 1869, p. 117). Voy. aussi Ch. Robin, *Journ. d'anat. et de physiol.*, 1865, p. 694, et Hayem et Magnan, *Ibid.*, 1867, p. 107; Ch. Robin, *Leçons sur les substances amorphes et les blastèmes*. Paris, 1866, in-12, et l'art. LAMINEUX (Diction. encyclop. des sc. méd. Paris, 1869, p. 284).

substance nerveuse blanche, une gangue continue entre les faisceaux des fibres nerveuses et même entre les différentes fibres. C'est dans la moelle où les fibres nerveuses les plus épaisses laissent entre elles de grands interstices qu'il est le plus facile d'étudier la gangue granuleuse. La pie-mère, qui envoie ces cloisons dans l'intérieur de la moelle, semble pousser devant elle la couche grenue périphérique. La gangue comprise entre les faisceaux des fibres nerveuses de la moelle *peut recevoir des fibres du tissu cellulaire, mais elle n'est pas fibreuse elle-même les cloisons fines consistant seulement en une matière finement granuleuse, et les plus fines se montrant uniquement formées de matière homogène.* Les cloisons sont réunies d'une manière continue à la matière granuleuse de la substance grise et des plus grandes cloisons de la moelle; les réactions chimiques confirment également la similitude de composition des substances des petites et grandes cloisons. (Henle et Merckel.)

L'erreur commise lorsqu'on veut confondre ensemble la matière amorphe cérébro-spinale et le tissu lamineux devient encore plus tranchée lorsqu'on vient à comparer aux minces cloisons que forme la première entre chaque tube nerveux dans la substance blanche, les cloisons correspondantes des faisceaux primitifs des nerfs périphériques. Ici, en effet, au-dessous du périnèvre, il y a aussi, entre les tubes nerveux, de très-minces cloisons, si minces qu'il faut un fort grossissement pour que les tubes ne semblent pas se toucher; mais il n'est pas difficile de voir qu'elles sont formées par des fibres du tissu cellulaire, avec çà et là des cellules fibro-plastiques et leurs noyaux (1).

Une erreur plus grave encore est celle que commettent ceux qui, sous le nom de *substances conjonctives*, confondent encore avec ces substances ou avec le tissu lamineux assimilé à elles les parois propres des parenchymes glandulaire, testiculaire, rénal, le périnèvre, la gaîne propre des tubes nerveux périphériques et de leurs cellules ganglionnaires.

(1) Roudanowski, *Structure des tissus nerveux* (Journ. d'anat. et physiol.) Paris, 1865, p. 225; Ch. Robin, *Ibid.*, p. 243; Key et G. Retzius, *Studieri nerwsystemets anatomi*. Stockholm, 1872, in-8, p. 37, pl. III.

La comparaison des substances amorphes, en général, à la substance intercellulaire des végétaux (1) ne peut être admise sans quelque restriction, parce qu'il existe une différence très-frappante entre ces deux ordres de matières; les substances intercellulaires des végétaux, en effet, n'apparaissent que peu à peu; au fur et à mesure que le végétal vieillit, elles sont en quelque sorte une exsudation de la cellule végétale venant s'interposer aux parois propres des différentes cellules. C'est l'inverse pour les substances amorphes dans les animaux; dans les tissus qui en sont pourvus, elles sont toujours plus abondantes entre les éléments figurés de l'individu encore jeune qu'entre les mêmes éléments d'un animal âgé. C'est là une différence caractéristique. Ce fait est surtout très-frappant dans le système nerveux central de l'embryon, qui est d'abord entièrement gris. Mais à mesure que grossissent et se multiplient ses cellules, que se produit la myéline autour des cylindres-axes, cette matière hyaline reste en quelque sorte comme résidu en couches fort minces entre chacun de ces divers éléments et entre les faisceaux qu'ils forment (p. 116).

La production des substances amorphes est, pour toutes les espèces, un fait de genèse (voy. p. 15) par réunion en une substance solide ou demi-solide des principes immédiats d'un blastème, entre des éléments figurés déjà existants qu'elle écarte et réunit tout à la fois.

Ce phénomène est un des plus simples parmi ceux que présente la production des diverses sortes de substance organisée.

(1) Les matières amorphes ont été signalées pour la première fois par Heusinger (1824), qui leur avait donné le nom de *substances de formation*, parce qu'il croyait que tous les éléments anatomiques qui ont une configuration spéciale commençaient par être de la matière amorphe interposée entre des éléments préexistants. Depuis elles ont reçu le nom de *substances intercellulaires*, en raison de vues théoriques qui ont fait considérer comme un produit d'exsudation des cellules tout ce qui, dans l'économie, n'est pas sous forme cellulaire. Parmi les parties constituantes élémentaires des plantes qui sont dépourvues de configuration déterminée ou du moins de forme qui leur soit propre, il faut signaler : 1° la substance de la *cuticule et des couches cuticulaires* de l'épiderme végétal; 2° la *substance intercellulaire* dite aussi *unissante* ou *intermédiaire;* 3° la substance gélatiniforme souvent très-abondante formant une *gangue* dans laquelle sont plongés les éléments anatomiques de beaucoup d'algues (Nostocs, etc.) de Champignons (Tremelles, etc.) dont il faut peut-être séparer celle qui existe entre les faisceaux de thèques de diverses espèces de ces plantes. Il faut se garder de confondre ces substances avec les *blastèmes* (voy. p. 13).

Les éléments entre lesquels on voit se produire chaque substance amorphe influent certainement sur la nature de celle-ci, puisqu'on en constate autant d'espèces qu'il y a de sortes de tissus dont elles font partie. Les phénomènes de leur développement se confondent avec ceux de leur naissance et de leur nutrition. L'augmentation de leur quantité, en effet, n'est point une reproduction, une multiplication du nombre des parties déjà existantes. Elle consiste seulement en la continuation des phénomènes de leur genèse. Cette augmentation est souvent fort rapide, surtout dans les cas morbides (tumeurs dites *colloïdes*), ou quelquefois elle le devient après avoir été lente et graduelle pendant un certain temps.

De ces phénomènes résultent fréquemment des changements considérables dans les caractères de couleur et de consistance de beaucoup de tumeurs ; c'est ce que l'on observe lorsque la matière amorphe, d'abord peu abondante par rapport aux autres éléments, augmente de quantité au point de constituer la masse principale du tissu. Que leur développement soit lent ou prompt, mais surtout dans le premier cas, il n'est pas rare de les voir déterminer l'atrophie et même la disparition complète des éléments entre lesquels elles sont apparues dans des conditions morbides. Dans les cas d'augmentation rapide de quantité, elles déterminent l'écartement des éléments anatomiques et une augmentation de volume du produit morbide. A l'étude de leur nutrition se rattache celle de phénomènes secondaires qui influent aussi sur les changements d'aspect extérieur que présentent souvent les tissus dont elles font partie. Ce sont leur *ramollissement* et leur diminution de quantité ou résorption par prédominance de leur désassimilation sur leur assimilation. Leur ramollissement consiste, non point essentiellement en un changement de nature, mais en une modification isomérique des substances organiques ou coagulables qui les composent principalement. Ce phénomène est fréquent dans les tumeurs, surtout à mesure que la substance amorphe augmente de quantité. L'augmentation de leur consistance n'est pas rare non plus.

Toutes les substances amorphes ne prennent qu'une part accessoire à la constitution des tissus dont elles font partie ;

mais les faits précédents et les modifications qu'elles présentent dans des cas morbides, tels que leur passage à l'état granuleux, etc., montrent qu'il faut se garder de les considérer avec quelques auteurs comme entièrement subordonnées aux éléments figurés auxquels elles sont interposées, et comme inertes, privées de vie, ne jouissant d'aucune individualité physiologique propre (1).

Dans les plantes, les substances interstitielles sont manifestement produites par les cellules auxquelles elles sont interposées ou superposées (*cuticule*). Elles sont de génération postérieure à celle des premières cellules qui ont composé le tissu dans lequel elles remplissent les espaces intercellulaires, et de génération postérieure à celle de la paroi de cellulose. Elle dérive de celle-ci, où des principes ont dû la traverser si elle vient du protoplasma. Mais, pour les tissus lamineux, médul-

(1) Quoique puissent faire soutenir certaines hypothèses sur ce qui concerne l'absence de toute substance organisée à l'état amorphe, l'observation des tissus frais ou même durcis en montre la présence constante en petite quantité entre les noyaux et plus tard entre les cellules fusiformes et les fibrilles du tissu cellulaire, des *bourgeons charnus*, dans les néomembranes des séreuses et ailleurs durant les phénomènes inflammatoires aigus ou chroniques. Elle se présente à l'état de substance homogène demi-liquide, interposée aux éléments anatomiques qu'elle tient écartés les uns des autres; cette substance peut être liquide, incolore, ainsi qu'on le voit dans les tissus devenus rénitents des organes atteints de phlegmon et n'ayant pas encore suppuré; elle peut, au contraire sur le cadavre être demi-transparente, soit blanchâtre, soit un peu jaunâtre, ce qui est dû à ce qu'elle englobe des granulations moléculaires grisâtres ou jaunâtres lorsqu'elles sont vues par lumière transmise et blanchâtre si on les examine à l'aide de la lumière réfléchie. Elle présente particulièrement l'aspect qui vient d'être décrit dans les tissus dits *engorgés*, par suite de son apparition entre leurs éléments dans la pustule maligne, etc. Elle peut quelquefois être demi-solide; c'est ce qu'on observe surtout dans les portions de tissu devenus plus fermes, plus rénitentes, qui limitent la cavité des abcès ou qui avoisinent les parties enflammées d'une manière aiguë ou chronique (poumon, rein, glandes, tissu lamineux). Elle est dans ce cas homogène, amorphe, incolore, grisâtre, demi-transparente, rosée ou jaunâtre, d'aspect presque gélatiniforme, et ordinairement elle contient quelques granulations grisâtres de nature azotée ou d'autres plus grosses et graisseuses, dont on désigne souvent l'état d'interposition entre les éléments anatomiques, dans les interstices desquels elles se sont produites, par le mot *infiltration*, qui semble supposer que, formées dans un point, elles se sont progressivement introduites entre les éléments avoisinants en les écartant un peu. Dans le cas des *bourgeons charnus*, etc., la résorption, molécule à molécule de cette substance, interposée aux noyaux, cellules, fibres, etc., est une des principales causes du retrait des cicatrices après leur achèvement. Il faut noter que sur les pièces durcies par l'acide chromique et les chromates, par l'alcool surtout, la perte d'eau qu'elle subit en réduit tellement la masse qu'elle devient insaisissable ou à peu près sous le microscope entre les éléments dont l'écartement permettait avant de constater sa présence.

laire des os, et nerveux central, la substance amorphe qui accompagne leurs éléments apparaît en même temps que ceux-ci. Elle est même plus abondante lors de leur apparition et pendant la période embryonnaire de leur existence. Elle va en diminuant de quantité, au moins relative, au fur et à mesure que croissent les éléments figurés, sauf le cas des tumeurs auxquelles elles donnent l'aspect *colloïde*. Pour ces matières-là, il est certain qu'elles ne sont pas une transformation sur place de la substance du corps cellulaire, passant à l'état amorphe, comme M. Schultze l'admet. Cela est particulièrement manifeste dans les tissus lamineux et adipeux fœtal, où la matière amorphe est interposée aux corps ou cellules fibro-plastiques, qui sont pourvus d'une paroi propre, ou aux fibres qui sont des dépendances de celle-ci. Il est certain aussi que là elle ne résulte pas d'une fusion en une même masse de la paroi ramollie ou liquéfiée des cellules voisines.

Il est certain encore que la matière amorphe qui reste interposée aux myélocytes et aux cellules du tissu nerveux, et surtout aux tubes à myéline sans tunique propre de son tissu blanc n'est ni une transformation de ce genre, ni une sécrétion de ces éléments figurés. C'est ce qui ressort manifestement des faits concernant la génération des cellules nerveuses, dont il sera question dans un des chapitres de la troisième partie. Nous verrons que la production de cette substance a lieu tant après que pendant la génération des noyaux (myélocytes) dont elle est parsemée dans les âges ultérieurs; nous verrons, de plus, que sa production précède celle de la genèse du corps des cellules nerveuses et de leurs cylindres-axes. Nous constaterons d'autre part que le mode de génération des noyaux qu'elle renferme, et que le rôle qu'ils remplissent à l'égard de ces cellules prouvent (autant que leurs caractères individuels propres) que c'est commettre une erreur matérielle des plus tranchées que de vouloir, avec quelques auteurs, considérer ces noyaux comme de même espèce que ceux du tissu cellulaire ou conjonctif que représenterait cette substance.

La génération de la substance fondamentale entre les noyaux contigus ou à peu près (et non entre des cellules; voyez plus loin le chapitre sur la génération des cartilages), qui repré-

sentent d'abord chaque cartilage lors de son apparition, pourrait faire dire que ce sont ceux-là qui produisent la substance hyaline, continue avec elle-même dans tout l'organe, qui apparaît entre eux et les englobe ainsi dans autant de cavités. Mais, comme ce n'est qu'ultérieurement que se montre un corps cellulaire autour de chaque noyau, et que ce corps reste toujours sans paroi cellulaire propre, on ne peut pas admettre que la substance fondamentale du cartilage provient d'un protoplasma transformé; on ne peut non plus la considérer comme un produit de sécrétion de ses cellules, ni comme résultat de la dissolution des parois des cellules. D'autre part : 1° la génération de fibres élastiques (fibro-cartilages de l'oreille, etc.), ou de fibres lamineuses (fibro-cartilages superficiels des ménisques interarticulaires, tumeurs, etc.), dans cette substance fondamentale, en même temps ou peu après qu'elle apparaît; 2° les modifications qu'elle éprouve avec l'âge, pathologiquement, etc., indépendamment de celles que subissent les cellules; 3° son mode de production lors de l'ossification des tendons, etc., tels sont les faits qui montrent que ce ne sont pas les cellules qu'elle englobe qui régissent les phénomènes dont elle est le siége, qu'elle présente des actes nutritifs et évolutifs qui ne sont pas subordonnés à ceux de ces cellules, et qu'elle a, par conséquent, son individualité organique propre.

Enfin, le mode de production de la substance fondamentale des os et de leurs cellules caractéristiques, tant dans le cartilage que dans les tissus lamineux et fibreux, prouve qu'il en est encore de même pour elle, et ainsi également pour celle de l'ivoire dentaire.

CHAPITRE V

DE LA SUBSTANCE DES PAROIS PROPRES GLANDULAIRES ET AUTRES.

La paroi de la notocorde, celle des tubes urinipares et testiculaires, des follicules sudoripares, des glandes salivaires, mammaires et de tant d'autres sortes de glandes, s'allongeant sur l'embryon à mesure qu'ont lieu les involutions épithéliales

qui leur correspondent, représentent des parties autogènes (voy. p. 15), résistant à l'action de l'ammoniaque, etc., tandis que les cellules qu'elles enveloppent sont dissoutes (1). Ce fait est très-évident sur l'enveloppe de la notocorde; il en est encore de même de la capsule du cristallin, de la membrane de Descemèt et de toutes les minces couches pelliculaires dites *membranes fondamentales* ou *propres* (*basement membran* de Todd et Bowman). Celles-ci séparent l'épithélium de la trame des tissus sous-jacents et sur le fœtus surtout, s'isolent aisément sous forme de gaîne pelliculaire homogène, parfois épaisse d'un ou deux millièmes de millimètre seulement et pourtant très-résistante, ainsi qu'on le voit dans le poumon, autour des follicules sudoripares, des culs-de-sac des glandes en grappe, des vésicules closes de la thyréoïde, etc. Sur les invertébrés, le nombre des productions de cet ordre est considérable et elles offrent des variétés infinies dans leurs dispositions, selon qu'il s'agit des organes sécréteurs, de certains téguments adultes ou embryonnaires, des enveloppes de divers organes spéciaux des crustacés, des vers, des mollusques, des radiaires, etc. Dans certaines glandes, surtout dans celles qui sont tubuleuses, comme les tubes séricifères des insectes, la réunion des couches hyalines ou *plateaux* (cuticule, bourrelet) de chaque cellule épithéliale forme même une tunique ou couche interne, indépendamment de la tunique externe qui peut être plus mince que l'autre. La couche de cellules épithéliales est comprise entre elles deux; parfois l'une et l'autre sont séparables des cellules presque avec la même facilité. Dans tous les cas l'ammoniaque les laisse intactes, tandis qu'elle dissout complétement le corps des cellules épithéliales et attaque plus ou moins son noyau.

On ne peut encore déterminer dans quelles limites ce sont les cellules épithéliales enveloppées ou les éléments de la trame lamineuse et vasculaire ambiante qui fournissent et élaborent les principes immédiats servant à la production de ces parois

(1) Leur production est postérieure à celle de ces involutions ou de leurs prolongements en doigt de gant; aussi dans les envahissements pathologiques glandulaires, ovariens, etc., soit directs, soit sur des tumeurs de production hétérotopique, on trouve ces prolongements dépourvus de cette gaîne et qui par suite sont d'une manière immédiate au contact de la trame de tissu lamineux plus ou moins vasculaire qui leur est interposée.

propres. Mais il est certain que contrairement à ce qu'admettent quelques auteurs, elles ne sont pas plus une dérivation directe de la substance transformée du tissu fibreux que de celle des épithéliums. Elles présentent en particulier une résistance aux acides et autres agents chimiques qui modifient promptement le tissu lamineux, qui est des plus caractéristiques. D'autre part, elles s'isolent d'autant plus aisément de ce dernier, aussi bien que des épithéliums, qu'on les observe à une époque plus voisine de leur apparition embryonnaire, sans jamais alors non plus qu'ultérieurement, présenter de traces de noyaux, ni un aspect fibrillaire. Enfin elles disparaissent insensiblement dans le chorion du derme et des muqueuses, ou dans la trame des conduits excréteurs, sans se continuer ni avec les éléments de ces parties ni avec l'épithélium qui les recouvre. La conjonctive ne se continue pas non plus avec la couche transparente finement grenue qui forme la superficie même que revêt l'épithélium sur la cornée, couche aussi appelée *basement membran* (Todd et Bowman) ou *intermédiaire* (Henle). Celle-ci du reste ne doit pas être confondue avec les parois propres dont il vient d'être question, car elle est en continuité de substance avec la matière amorphe qui prend part à la constitution de la cornée, et elle n'en est pas isolable, comme les tubes glandulaires le sont de la trame fibreuse et vasculaire dans laquelle ils plongent.

Parmi les minces membranes de cet ordre qui ne sont manifestement pas de provenance cellulaire substantielle et directe, il faut encore signaler la membrane hyaloïde ou du corps vitré (fig. 19, *d*, *d*).

L'absence de tout noyau dans la substance de ces parois montre du reste, pendant toute la durée de leur existence, que nulle d'entre elles n'est une seule cellule creuse allongée, ni un tube multicellulaire dû à la soudure de cellules qui, une fois soudées, seraient devenues creuses, non plus qu'un tube formé par juxtaposition de cellules très-minces, comme pour les vaisseaux capillaires sanguins et lymphatiques (1).

(1) On voit par ce qui précède que ce qu'on appelle parfois la *vie des cellules* est loin de comprendre tout ce qui est nutrition, évolution et génération dans l'économie, car il y a là, et dans les substances dont traite le chapitre précé-

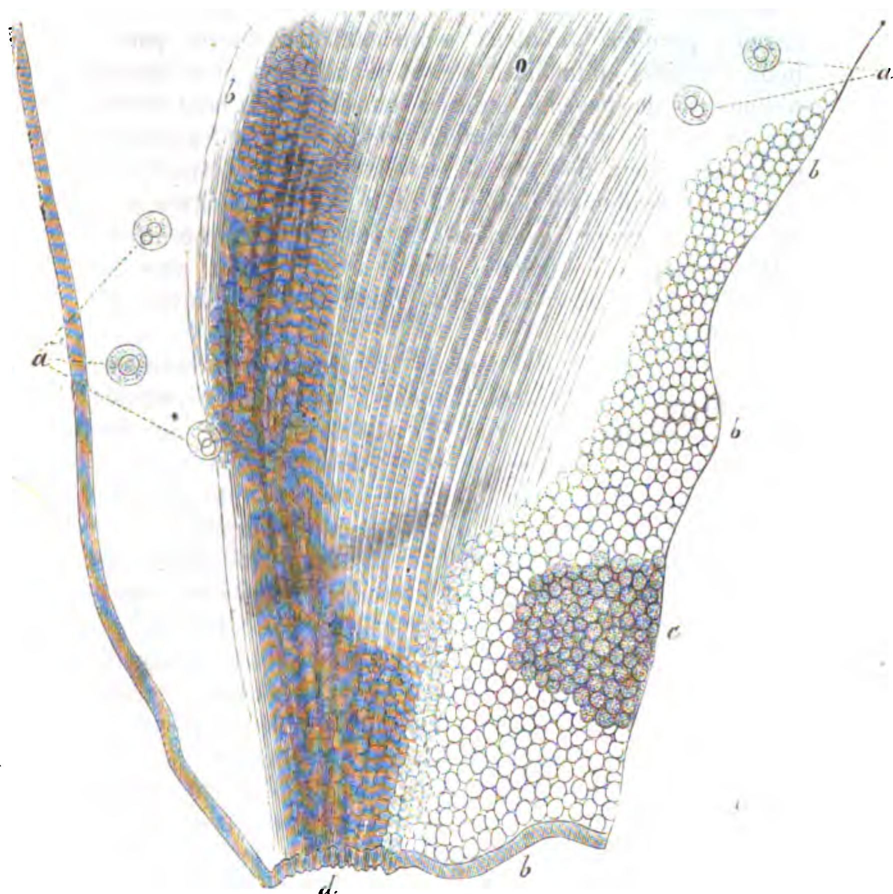


Fig. 19 (*).

dent, tout un ensemble d'*organes premiers* qui, bien que parties constituantes élémentaires des organismes, ne sont pas des productions cellulaires métamorphiques.

(*) Membrane de l'humeur vitrée d'un fœtus de huit mois, vue par la face interne ou rétinienne. Pour la préparer, inciser successivement la sclérotique, la choroïde et la rétine ; l'humeur vitrée fait alors hernie et l'on enlève d'un coup de ciseau la partie herniée, qu'on porte sous le microscope. Elle est homogène, hyaline, épaisse de 0^{mm},002, et se plisse très-facilement (voyez en *d*, *d*), de manière à sembler striée au premier coup d'œil. On voit par transparence des leucocytes adhérents à sa surface interne ou vitrée (*a*, *a*), dans lesquels leurs modifications cadavériques ont fait apparaître des corpuscules nucléiformes. Sa face externe ou rétinienne a entraîné de la matière amorphe de la couche limitante de la rétine, qui se creuse rapidement, de nombreuses petites vacuoles (*b*, *b*, *b*), pleines d'un liquide hyalin de l'ordre de celui dont il a été question page 93, C, fait commun dans les substances amorphes. Elle a entraîné aussi des myélocytes de la rétine (*c*). Grossissement de 550 diamètres. (Ch. Robin.)

Les capillaires sanguins et lymphatiques sont en effet des *organes premiers* tubuleux multicellulaires formés par de minces cellules épithéliales pleines juxtaposées, et ce ne sont pas des cellules devenues creuses soudées bout à bout dont le plasma sanguin serait le contenu propre et dans lesquels les globules seraient une production endogène. Toutefois il n'est pas encore absolument démontré qu'il n'existe point une très-mince paroi propre extérieure de production consécutive à cette formation épithéliale, comme le fait a lieu pour les tubes des parenchymes rénal, testiculaire et autres qui viennent d'être cités.

Ainsi, sauf le cas des noyaux libres dans une substance amorphe ou entre d'autres éléments, sauf celui des cellules, régulières ou non, pourvues de plusieurs noyaux dès leur individualisation, la présence de plusieurs noyaux, inclus dans un organe premier, indique l'existence de plusieurs cellules ou soit juxtaposés comme dans les capillaires, soit soudés et devenus creux comme pour la paroi propre des tubes nerveux, etc., ou formant certaines masses organiques comme dans les spongilles, divers acalèphes, etc. Dans les autres circonstances, quelle que soit la longueur des dépendances filamenteuses qui partent d'une masse cellulaire nucléée comme les cellules nerveuses multipolaires, le noyau indique encore l'existence d'un centre élémentaire plus encore que la cellule, bien que celle-ci puisse en venir à exister sans noyau (cytode) comme on le voit pour les hématies, etc. Leur absence depuis le début jusqu'à la fin de l'évolution, comme dans le cas de la paroi propre de la notocorde et des tubes propres des parenchymes indique inversement que ces parties n'ont pas passé par l'état de cellule (1).

(1) Quelques auteurs admettent qu'il est des glandes dont la paroi propre serait un *produit d'une sécrétion* de l'épithélium même qui les tapisse, épithélium qui, par son autre face, sécrète tel ou tel liquide. Jusqu'à présent aucun fait ne justifie cette assertion en ce qui touche la propriété des cellules épithéliales de produire une fois pour toutes une substance solide par l'une de leurs faces, et d'une manière plus ou moins continue, un fluide par l'autre face. L'embryogénie des épithéliums et des parois glandulaires telles que les sudoripares, la mamelle, etc., contredit aussi l'hypothèse d'après laquelle, *dans la plupart des cas la tunique propre des glandes ne serait qu'une couche homogène faisant partie de la base de l'épithélium dont la glande est formée* (Gegenbaur).

Quant à l'hypothèse d'après laquelle la paroi propre des tubes nerveux périphériques, celle des tubes glandulaires, le myolemme, le périnèvre, la membrane de Demours, etc., ne seraient que des couches de *tissu conjonctif* ou de *substance conjonctive*, elle est contredite aussi de la manière la plus formelle par l'observation. Rien n'est plus nettement déterminé que les différences que présentent ces parties constituantes à côté de celles qui sont formées de tissu lamineux sous le rapport de leur mode d'apparition embryonnaire, de leur texture propre et des altérations qu'elles sont susceptibles de présenter. Ce serait, en outre, se mettre volontairement en contradiction formelle avec les données les plus élémentaires de toute observation que de vouloir considérer comme de même nature des éléments qui, tels que ceux du tissu lamineux, sont attaqués de telle ou telle manière par les alcalis, par les acides acétique, tartrique, etc., tandis que les tubes sont tellement peu modifiés par ces mêmes agents que ces derniers sont spécialement choisis pour mettre en évidence leur présence et leurs caractères essentiels.

CHAPITRE VI

DES ÉLÉMENTS NON CELLULAIRES TANT CALCAIRES QUE CHITINEUX.

Indépendamment des substances amorphes ou intercellulaires, des substances disposées sous forme tubuleuse ou vésiculeuse qui ne sont pas composées de cellules, qui ne résultent pas de la soudure ou de la fusion de nombreux corps cellulaires, on trouve encore dans toutes les classes du règne animal d'autres parties qui ne sont pas davantage une dérivation substantielle directe du corps ni des noyaux de telle ou telle espèce de cellules (voyez les *articles* sur l'évolution des cartilages et des os). Elles sont d'une nature fort différente de celle des matières précédentes, tant au point de vue de leur composition immédiate que sous celui de leur mode de production et de leur rôle physiologique.

Dans plusieurs organes, sur un grand nombre d'animaux, les parties formées par ces substances offrent des dimensions considérables; c'est ce que l'on voit pour le test des mollusques et des échinodermes, pour les polypiers, la carapace des crustacés, le tégument des arachnides en général, les coques souples ou cassantes des œufs, etc. Mais quelles que soient leurs dimensions, leur étude offre une grande importance au point de vue des formes qu'elles présentent, de leurs appendices externes ou internes, résistants ou flexibles, tels que lames, poils, piquants, tubercules, etc., au point de vue surtout des dispositions soit morphologiques profondes, soit de structure intime fibrillaire, lamelleuse, tubuleuse, etc., qu'elles prennent dans les coquilles, les carapaces, l'émail dentaire, etc., quoique nulle de ces parties ne soit cellulaire.

On sait que la propriété de fixer des sels d'origine minérale est un caractère commun à toutes les substances organiques. La mucosine retient même plus de sels d'origine minérale que la sérine, ou que la fibrine du sang. En effet, la sérine du sang et la fibrine ne fixent qu'un à deux centièmes de sels minéraux, tels que des phosphates calcaires en particulier. Les mucosines que l'on a analysées jusqu'à présent en retiennent de trois à quatre centièmes.

Chez certaines annélides, comme les serpules, les protules, cette quantité de sels l'emporte même sur celle de la mucosine proprement dite; ceux-là en se concrétant se fixent à cette dernière et forment ainsi une *laque* calcaire qui se moule en tube crétacé plus ou moins dur, et de formes variées autour du tégument sécréteur. Il en est de même chez les hélix et autres mollusques qui se forment un *opercule*. Que cet organe soit épais et résistant comme la coquille, ou mince, demi-membraneux, facile à déchirer, produit en hiver ou durant les sécheresses de l'été, on le trouve composé de mucus tenace, ayant tous les autres caractères du mucus de ces animaux. Il doit sa couleur et son aspect calcaire, à ce qu'il est parsemé de couches ou nappes de granules calcaires, interrompues çà et là dans l'opercule estival, lorsqu'il est mince et laissant voir le mucus transparent, finement strié, cassant, à cassure nette. Les granules calcaires contigus ou isolés sont sphériques, à

peu près larges de 1 à 4 millièmes de millimètre, solubles dans les acides avec dégagement de gaz, et laissant après leur dissolution une masse organique à peine perceptible. A l'état sec, cet opercule ne contient qu'une ou deux parties de matière organique avec 94 pour 100 de carbonate de chaux, un peu de phosphate de chaux et des traces de sels de magnésie. Du reste, le bord mince, opalin ou gris, demi-transparent de la coquille du péristome des *Helix pomatia* et autres, offre une constitution analogue à celle de l'opercule qui vient d'être décrit, et le bord même est prolongé par un mucus blanchâtre, chargé de nombreux granules semblables aux précédents. Ces granules sont de plus en plus cohérents et intimement soudés les uns aux autres à mesure qu'on avance vers la portion plus épaisse de la coquille; celle-ci offre plus loin un aspect homogène à peine finement grenu, et sa substance devient d'autant plus translucide sous le microscope qu'elle est plus homogène, qu'elle offre un état moins grossièrement granuleux.

La mucosine présente une particularité qui ne se rencontre nulle part ailleurs, chez les mammifères, mais qui s'observe dans le blanc de l'œuf des oiseaux. On peut y trouver, sans aucune espèce de coagulation, un état strié perceptible au microscope et très-sensiblement d'une des couches à l'autre de ce mucus examiné de la coquille vers le jaune. Si l'on n'était pas prévenu de ce qu'on a sous les yeux, on pourrait prendre cet état pour celui qui est propre à la fibrine et au tissu lamineux. Mais l'acide acétique gonfle la fibrine et le tissu lamineux, les rend gélatiniformes, fait disparaître l'état strié de la première et l'aspect fibrillaire de la seconde. Ici, au contraire, l'acide acétique rend l'état strié bien plus caractéristique, sans enlever du reste au mucus sa transparence. Si à du mucus qui ne présente pas ou presque pas de stries, on ajoute de l'acide acétique, on fait apparaître l'état strié caractéristique ou l'on exagère celui qui existait, c'est-à-dire qu'on observe des effets contraires à ceux qu'on obtient sur la fibrine ou sur le tissu lamineux (Ch. Robin, *Annales d'hygiène*, 1859).

Chez les mollusques, le mucus visqueux, tenace, s'enlevant en petites masses tremblottantes autour du corps, présente

également ces mêmes particularités ; mais l'état strié disparaît à mesure que le mucus se gonfle dans l'eau. Celle-ci en même temps rend plus évidentes les petites plaques grisâtres, formées d'épithélium, soit pavimenteux, soit prismatique ou cilié, à cellules finement grenues, à noyau ovoïde, clair, que ce mucus entraîne et retient. Le principe azoté qu'il renferme a reçu de Braconnot le nom de *limacine ;* ce mucus est assez riche en sels, qui sont partout des carbonates de chaux et de potasse, du chlorure de calcium, du sulfate de potasse et du phosphate de chaux.

Les stries des mucus tant proprement dits que *demi-concrets* ou *concrets* s'observe avant l'action de quelque réactif que ce soit. Ces stries sont parallèles, parfois un peu onduleuses ou en zig-zag, et entrecroisées ou non, selon les circonstances ; mais elles offrent toujours un entrecroisement quand il y a superposition de différentes couches de cette matière.

C'est l'exagération de cet état que l'on observe dans la *membrane de la coque* des œufs d'oiseaux et dans la membrane molle semblable des œufs de reptiles. Celle-ci, en effet, n'est autre chose qu'un produit de sécrétion glandulaire, ainsi que l'a bien montré M. Coste, en suivant pas à pas son mode de formation dans la portion de l'oviducte qui est au-dessous de la partie productrice de l'albumen. Elle n'est pas du tout un tissu proprement dit, malgré son remarquable aspect fibrillaire et réticulé, ainsi que la disposition filamenteuse de ses bords déchirés et dilacérés ; aspect qui la rapproche de celui que présentent certaines membranes élastiques, à fibres fines et fréquemment anastomosées à angles nets, telles que celles de l'endocarde, etc. Notons toutefois : que cette substance, se concrétant de la même manière que le fait la substance de la coque protectrice des œufs d'hirudinées, est fournie par des glandes différentes de celles qui donnent l'*albumine d'œuf ;* que cette substance à disposition fibrillaire et réticulée n'est pas de l'albumine coagulée, car les stries de l'albumine des chalazes, etc., n'ont pas la même disposition que celles de la *membrane de la coque*, et, de plus, la composition chimique de cette dernière se rapproche plus de celle de la soie

et de celle de l'épiderme que de celle de l'albumine qu'elle touche et entoure.

Ajoutons enfin que la *coque d'œuf* elle-même, qui chez les oiseaux entoure la membrane précédente, est encore un produit de sécrétion de glandes propres à une portion de l'oviducte placée plus bas. Elles fournissent un liquide déjà rendu blanchâtre, dans les glandes et à leur sortie, par des granules microscopiques de carbonate et de phosphate de chaux, se formant par concrétion du produit dès son issue molécule à molécule hors de la couche épithéliale de ces glandules. Pendant ce passage à l'état concret, les sels de chaux s'unissent à 2 ou 4 pour 100 seulement d'une substance albuminoïde différente des précédentes et forment avec elle une laque minérale. Ces grains calcaires (déjà décrits par Purkinje en 1830, Nathusius en 1868, etc.) à surface mamelonnée, ayant pour centre un autre globule plus clair, ressemblent à ceux qu'on voit à la face profonde du test des crustacés décapodes et à ceux que donne le carbonate de chaux déposé dans les solutions albumineuses, etc. Ils se soudent ensemble d'autant plus intimement qu'ils sont plus extérieurs, mais en laissant toutefois entre eux des canalicules plus ou moins réguliers anastomosés, s'étendant des interstices des grains qui hérissent la face profonde de la coquille jusqu'à la superficie de celle-ci. Ces canalicules offrent des dimensions et des ramifications avec ou sans anastomoses, et des dispositions morphologiques très-variées suivant que la coque est mince ou épaisse et qu'on les observe près de l'une ou de l'autre de ses faces. Ainsi l'origine et la composition immédiate du blanc d'œuf de la membrane de la coque et de la coquille d'œuf contredisent formellement (Ch. Robin, 1869; Harting, 1872) la manière d'interpréter certaines dispositions purement morphologiques de ces parties, d'après lesquelles elles auraient été des *tissus* d'origine cellulaire dérivant des glandes (incrustées de calcaire) de l'oviducte des oiseaux et des reptiles, comme la membrane caduque de l'œuf humain dérive de la muqueuse utérine (Landois, 1865; Blasius, 1867, etc.).

Il n'est pas inutile de remarquer ici que c'est d'une manière analogue, mais par toute la surface antérieure du manteau et

à la superficie de la couche épithéliale que se trouvent produites les coquilles des mollusques, le polypier des coralliaires, des antipathaires, etc. Ces produits ne renferment aussi que de 1 à 4 pour 100 de substance organique, mais leur matière se dispose en prismes ou en couches, offrant des dispositions morphologiques qui les rapprochent plus encore que la coquille d'œuf de l'aspect offert par divers tissus proprement dits; néanmoins les premiers ne proviennent pas plus que la seconde d'une incrustation calcaire de cellules ou de fibres préexistantes.

On sait du reste qu'il en est de même de l'émail dentaire dont la substance offre un arrangement intime encore plus régulier, bien qu'elle soit plus pauvre en substance organique. L'émail, en effet, est produit par autogenèse et ne provient pas de la calcification des cellules épithéliales prismatiques, dites *cellules de l'émail;* car celles-ci sont toujours séparées de l'émail par la pellicule du bulbe dentaire dite *membrana præformativa*, et restent adhérentes à l'organe adamantin qui, par suite de ces dispositions anatomiques, se sépare avec la plus grande facilité de la dent en voie d'évolution. Les prismes de l'émail naissent de toutes pièces, si l'on peut ainsi dire, à la surface de l'ivoire, et, quelle que soit leur brièveté, ils ont individuellement, dès leur production première, l'épaisseur, la forme, la consistance et l'état cassant qu'ils présenteront toujours. Leur développement n'est autre que le phénomène moléculaire dont leur apparition est le résultat, qui, continuant à s'opérer à leur extrémité opposée à l'ivoire, a pour conséquence leur allongement progressif. Toutefois on remarque qu'ils présentent, avec l'âge, comme le font aussi les coquilles, etc., certaines particularités qui ne peuvent être que le résultat de modifications moléculaires intimes; tel est en particulier leur état finement strié en travers, qui n'existe pas sur les prismes isolés ou réunis de l'émail encore mou de la dent intra-folliculaire et qui n'est point dû à des plis ou à des inflexions rapprochées les unes des autres; telle est encore l'adhérence de plus en plus grande par contiguïté immédiate des prismes les uns avec les autres.

Les remarques faites précédemment à propos de la forma-

tion de la coquille des mollusques sont également applicables à la production de la membrane chitineuse à spirale des trachées des insectes, etc., par le cordon celluleux qui les précède sur l'embryon, et concourt ensuite à former leur tunique externe. Elle l'est également à la formation de la carapace chitineuse des articulés, à la superficie de la peau proprement dite, qui se trouve toujours au-dessous du test, aussi bien lorsque celui-ci est composé de *chitine* presque pure, comme sur les chenilles, etc., que lorsqu'il renferme de plus des sels calcaires. La quantité de ceux-ci s'élève depuis des traces seulement jusqu'à 60 pour 100 à côté de 40 pour 100 de chitine, comme sur beaucoup de crustacés. Ces remarques sont applicables également aux polypiers coralliens et antipathaires, etc., au squelette des échinodermes, dans lesquels la proportion de matière organique est encore moindre.

Quelle que soit dans la carapace et ses dépendances profondes sur les insectes et les crustacés leur homogénéité, ou, au contraire, la complication des dispositions morphologiques intimes que montre le microscope (dispositions lamelleuses, en colonnettes, etc., dont la variété est augmentée par la présence des poils ou du pédicule des écailles qui partent de la peau pour aller faire saillie à la superficie du test), ces dispositions ont bien moins encore l'apparence d'une texture proprement dite que ne l'offrent celles de la membrane de la coque, la face profonde de la coquille d'œuf, les tests des mollusques et la nacre. Dans tous les cas, le mode d'évolution embryonnaire et surtout la composition immédiate des tests montre qu'ils ne résultent point de l'incrustation chitineuse (avec ou sans suraddition calcaire) d'une couche de cellules préexistantes, et encore moins de celle de la partie superficielle du chorion cutané formée de tissu cellulaire ou lamineux.

Dans tous ces faits concernant les produits de sécrétion, soit par les glandes, soit par des tissus membraneux, produits qui de l'état fluide passent accidentellement ou normalement à l'état demi-solide ou solide, homogène, strié, fibrillaire ou granuleux, il y a toute une série de notions dont l'importance a été certainement méconnue faute de rapprochements avec les faits analogues. Ils lient à l'hygrologie, l'histologie sous

le rapport des dispositions morphologiques que prennent ces parties, qui se rapprochent par leur aspect, sous ce point de vue, et par leur consistance, de l'aspect donné aux tissus par l'arrangement réciproque de leurs éléments *constitutifs*.

Quoi qu'il en soit de ces dispositions morphologiques intimes très-variées d'un groupe d'êtres à l'autre, elles ne sont pour la plupart pas plus complexes ni d'une constance plus grande que celles que présente la constitution de la coquille d'œuf, qui est manifestement le résultat d'un produit de sécrétion glandulaire; sécrétion dont les principes, tant d'origine minérale que non cristallisables, en passant de l'état liquide à l'état solide, dans des conditions constamment les mêmes, se combinent entre eux, et forment de petits amas qui se groupent d'une manière qui est constamment la même aussi, quant au mode de juxtaposition de ces amas, quant à leur forme et par suite quant à la configuration des espaces qu'ils limitent ou des figures que tracent leurs contours. Il n'est peut-être pas possible d'assimiler complétement à ces phénomènes de sécrétion et aux résultats anatomiques qui en sont ainsi la suite, tant la formation de l'émail dentaire que celle des écailles de poissons qui ne sont, ni osseuses, ni éburnées, celles des tests chitineux des articulés (avec ou sans globules calcaires mamelonnés) et des céphalopodes, ainsi que celle de la coquille des mollusques, des tests d'échinodermes et des polypiers; mais il est certain qu'on ne peut assimiler cette formation à la génération des tissus osseux et dentaires, non plus qu'aux incrustations accidentelles souvent observées sur les mammifères, dans lesquelles la dissolution des sels permet de retrouver encore les éléments des tissus dont l'encroûtement masquait la texture. On pourrait tout au plus rapprocher la formation de ces parties dures, tégumentaires et squelettiques de la production des concrétions mamelonnées, dont l'existence est constante dans le tissu des bulbes dentaires, dans celui de la pie-mère, etc.; concrétions qui pourtant sont plus riches en substances albuminoïdes que les polypiers, les pièces calcaires squelettiques ou tégumentaires des mollusques et des échinodermes (1).

(1) Voy. Ch. Robin, *Des tissus et des sécrétions*. Paris, 1869, in-8, p. 81 à 85, et art. HISTOLOGIE, p. 472 du *Diction. d'hist. nat.* de d'Orbigny, 2e édit.,

La coquille des mollusques testacés se compose de trois couches : 1° La première dite *épiderme*, ou *periostracum*, c'est une couche brunâtre ou verdâtre extérieure, se détachant en lamelles irrégulières d'aspect corné. 2° La deuxième est appelée *têt* ou *test* proprement dit. Celui-ci est un tissu formé de petits prismes disposés les uns à côté des autres perpendiculairement à la surface de la coquille. Chaque prisme est moins long que la coquille n'est épaisse, et ils s'enchevêtrent régulièrement par leurs extrémités taillées en pointe. Il résulte de là que, sur une coupe transversale du test, le diamètre des prismes paraît très-inégal; cette coupe montre que leur forme est régulière, prismatique à cinq ou six pans, analogue à celle de diverses cellules épithéliales pavimenteuses, ce qui a fait dire à tort que les coquilles étaient formées de cellules incrustées de calcaire et offrant, d'un groupe à l'autre, des dispositions très-diverses. 3° La *nacre*, ou couche interne, irisée, est formée de prismes morphologiquement analogues aux précédents, mais beaucoup plus petits et pourvus d'une ligne centrale plus foncée que le reste. Ils sont disposés très-obliquement par rapport à la surface du test et viennent se terminer par une extrémité amincie conique.

Sur les échinodermes, dans la carapace, les piquants et les prolongements squelettiques intérieurs, on ne trouve qu'un seul élément anatomique sous forme d'une matière homogène, réfractant fortement la lumière, pauvre en principes albuminoïdes. Elle est partout continue avec elle-même, de manière à présenter une *texture aréolaire*, disposée qu'elle est en trabécules tantôt courtes et courbées de manière à circon-

1869. Dans tous les cas, le fait de production d'organes diversement configurés, ou de couches formées plus exclusivement, soit par des principes d'origine organique, soit par des principes d'origine minérale ou par des proportions presque égales des uns et des autres, prenant ou non des dispositions morphologiques intimes plus ou moins compliquées, constituent des phénomènes qui n'ont rien de plus singulier l'une que l'autre. Ils se retrouvent, du reste, dans le règne végétal, en ce qui touche : 1° la production des couches cuticulaires; 2° celle des couches calcaires des algues mélosirées; 3° celle des organes squamiformes des *Chrysoptères*, de certains *Aspidium*, etc.; 4° des tubercules calcaires des feuilles de quelques *Saxifragées*; 5° celle des filaments du mucus des champignons myxomycètes des genres *Spumaria*, *Reticularia*, *Diachea*, *Diderma*, *Didymium*, etc., riches en carbonate de chaux qui reste comme une délicate poussière terreuse quand les mucus se dessèchent.

scrire des espaces globuleux, tantôt en colonnettes étendues des précédentes à une lamelle qu'elles soutiennent, comme on le voit aux surfaces interne et externe du test. Ici les espaces limités sont sous forme d'étroites galeries, communiquant les unes avec les autres et pleines d'un liquide hyalin, assez épais, se mêlant à l'eau avec assez de lenteur.

Par places, dans les piquants particulièrement, on arrive graduellement à des parties dans lesquelles les espaces limités se réduisent à de fins canalicules plus étroits que n'est épaisse la substance qui les sépare, contrairement à ce qu'on voit dans les parties de texture aréolaire proprement dite. Enfin, dans les pièces dentaires de l'appareil masticateur des Oursins, etc., elle prend la disposition de prismes d'aspect analogue à ceux de l'émail des dents et de la coquille des mollusques. Ces prismes sont assez volumineux, ayant de 5 à 8 pans. Ils sont de largeur inégale, d'une épaisseur de $0^{mm},02$ à 0,05, un peu différente d'un point à l'autre de leur longueur et d'une homogénéité parfaite dans toute leur masse. Ils sont juxtaposés parallèlement les uns aux autres, et sont soit rectilignes, soit courbes dans le même sens en certains points des extrémités et des bords de ces dents. Vers la partie centrale opaline de ces organes, on trouve entre ces prismes une mince couche de substance semblable à celle du test, limitant des espaces très-étroits qui, par leurs anastomoses, donnent des figures qui offrent toutes les transitions entre des espaces globuleux avec des prolongements périphériques et de fins canalicules presque rectilignes se rencontrant sous des angles variés, de manière à donner un aspect pavimenteux à la surface des prismes. Dans la portion vitreuse transparente de la superficie de ces dents, les prismes ne sont plus séparés que par une couche réduite au minimum de son épaisseur de cette substance dont les fins canalicules circonscrivent ces figures polygonales; par places même ils sont immédiatement contigus. Les prismes, comme la substance du test, se dissolvent rapidement avec un abondant dégagement de gaz au contact de l'acide chlorhydrique étendu, et en ne laissant après eux qu'une gangue organique très-peu abondante (1).

(1) Ils sont très-différents, du reste, des prismes de l'émail dentaire des

La matière formant le squelette des polypiers est également homogène, et ne contient que de 2 à 9 pour 100 de substances organiques. Continue avec elle-même elle forme le seul élément d'un tissu dans lequel on retrouve aussi une texture en lamelles et en colonnettes ou en aiguilles diversement configurées, entrecroisées ou soutenues les unes par les autres, de manière à limiter des espaces de formes variées d'une espèce à l'autre, bien que constantes dans leur élégance, etc., sur chaque espèce. Le type général de conformation de ces lamelles, homogènes ou perforées, de ces colonnettes et de ces aiguilles lisses ou tuberculeuses, droites ou recourbées, des manières les plus diverses, se rencontre jusque dans les espèces d'échinodermes et de polypes où le squelette est réduit à ces pièces isolées, éparses ou rapprochées, mais libres et sans continuité de substance de l'une à l'autre.

La pièce squelettique des Sèches, dite *os de sèche*, est également formée de minces lamelles d'une substance friable, homogène, finement grenue, ne contenant que 11 pour 100 d'une matière organique, qui est de la chitine. Ces lamelles sont tenues écartées les unes des autres par de nombreuses colonnettes cylindroïdes ou prismatiques, creuses parce qu'elles sont formées d'une petite lame courbée en cornet sur elle-même, sans que ses bords soient soudés l'un à l'autre. Elles limitent ainsi entre chaque paire de lamelles des espaces en forme de galeries étroites et sinueuses communiquant toutes ensemble, et pleines de gaz.

La mince lame transparente, flexible, qui borde cet organe et celle de même aspect qui forme la pièce squelettique correspondante sur les Calmars, les *Sépiola*, etc., est constituée par de la chitine presque pure disposée en nombreuses lamelles immédiatement contiguës les unes aux autres, juxtaposées par simple *superposition*, épaisses chacune de 1 à quelques millièmes de millimètre seulement (1).

vertébrés, tant par leur forme, leur volume que par leur composition immédiate. D'après Brunner, le test des Oursins (*Echinus lividus*) ne contient que 9,83 de substance organique pour 86,81 de carbonate de chaux; 0,84 de carbonate magnésien; 0,38 de sulfate de chaux et 1,14 d'autres sels indéterminés.

(1) Ce sont des couches minces de chitine analogues, mais associées à des traces ou à des quantités notables de sels calcaires, comme dans le test des

Sur les Crustacés, le test se compose de trois couches : 1° *Couche* dite *cornée*, homogène, transparente, sans structure propre; elle présente çà et là des renflements formant des mamelons à la surface du test. Elle n'est pas interrompue au niveau des articulations. 2° *Couche colorée*, par suite dite *pigmentaire*, quatre ou cinq fois plus épaisse que l'autre, bien que toutes deux ensemble ne forment qu'un sixième de l'épaisseur du test. Elle est interrompue au niveau des saillies de la couche sous-jacente pour former des tubercules. Elle est parcourue par des lignes transversales très-fines rapprochées les unes des autres, parallèles à la surface du test. Elle est formée de corps prismatiques dont la coupe est à cinq ou six pans, comme sur la coquille des Mollusques, malgré la différence de leur composition, offrant la régularité de cellules polyédriques, séparés par des lignes fines au point de contact; ils contiennent une cavité centrale petite par rapport à l'épaisseur de la paroi qui les entoure. Cette cavité est pleine de matière colorée ou foncée demi-opaque. 3° *Couche* dite *tubulaire*, *calcaire* ou *interne*. Elle forme les cinq sixièmes de l'épaisseur du test; elle existe au niveau des articulations, et constitue les prolongements internes d'insertion musculaire en conservant sa structure, sauf la présence des sels calcaires. Elle offre des lignes ou stries parallèles à la surface de l'enveloppe, mais plus écartées que dans la couche précédente, ce qui indique la disposition ou texture par *superposition* parmi ces lames disposées

Crustacés, ou à de la silice qui forme le *bec* des Céphalopodes, les dents ou crochets de la langue ou lime des Gastéropodes, les *dents* des sangsues, les plaques ou dents stomacales de divers Crustacés décapodes, des Aplysies et d'autres Mollusques encore. Sur certains de ces organes, comme aux bords du bec des céphalopodes, ces couches montrent leurs bords régulièrement imbriqués ou marqués de figures pentagonales ou hexagonales finement grenues, séparées par des lignes claires, ayant un aspect analogue à celui que présente la coupe des prismes de la carapace des Crustacés décapodes. La substance organique plus ou moins chargée de sels de chaux qui compose les écailles ni osseuses, ni éburnées de beaucoup de poissons, comme les Clupées, etc., est aussi formée de lamelles juxtaposées ou imbriquées, séparables sous forme de longues bandelettes microscopiques et limitant des sillons ou des stries très-fines déterminant des phénomènes d'irisation par interférence de la lumière. Parfois, elles limitent de véritables conduits étroits; et, sur certaines espèces, comme les Brochets et les Perches, elles s'incrustent de grains calcaires à surface. Ces grains sont mamelonnés, soit à couches concentriques, soit à stries s'irradiant autour d'un centre plus clair, comme ceux de la face profonde du test des Crustacés décapodes, des coquilles d'œuf, etc.

concentriquement, en continuité de substance l'une avec l'autre. Ces dernières sont constituées par une matière homogène, incolore, et parcourue de tubes parallèles très-fins, analogues à ceux de la dentine, perpendiculaires à la surface du tégument, non ramifiés ni anastomosés. Les ongles ou extrémités des pinces sont formées par une matière analogue, mais plus foncée et plus dense. Les poils ne sont pas une dépendance de la couche cornée. Simples et ramifiés, ils ont leur canal central, représenté par des vacuoles ressemblant à des cavités cellulaires remplies de granules. Ils traversent toutes les couches de la carapace pour arriver jusqu'à la peau ou derme vasculaire sous-jacent à celle-là.

La portion de la carapace contiguë au derme vasculaire est parsemée en divers points de grains calcaires arrondis, à surface mamelonnée ou non, dont la substance est souvent striée à partir d'un point ou *noyau* central plus clair, comme sur les globules de sels calcaires déposés dans la salive, dans les urines des herbivores et surtout dans les liquides albumineux tenant du carbonate de chaux en dissolution. Ces globules isolés vers les parties profondes sont contigus, soudés les uns aux autres, et de plus en plus confondus en une couche commune à mesure qu'on approche de la portion tout à fait dure de la carapace. Celle-ci contient de 22 à 46 pour 100 de chitine, et le reste est formé de sels calcaires; pourtant la chitine prédomine dans les prolongements intérieurs flexibles sur lesquels s'insèrent les muscles par l'intermédiaire du derme vasculaire. Dans les Squilles, la quantité de chitine s'élève même à 62 pour 100 (Schmidt), et dans les principes minéraux il y a presque autant de phosphate de chaux que de carbonate, tandis que sur les autres Crustacés, la proportion du premier ne dépasse pas 14 pour 100 avec 1 à 2 pour 100 de chlorure de sodium (Chevreul).

Le tégument des insectes, des arachnides, etc., est également formé d'une seule substance composée de chitine presque pure. On y retrouve des dispositions analogues à celles qu'on observe sur les Crustacés, à l'exception des tubes très-fins de la couche profonde la plus épaisse; mais la superposition de nombreuses lamelles est manifeste toutes les fois que ce tégu-

ment est épais. Ce dernier est réduit à une seule lamelle homogène, souvent extrêmement mince, non celluleuse sur les Crustacés, les arachnides et les insectes de petit volume ou dans celle des parties des autres qui sont de petites dimensions. Ces téguments sont traversés aussi par des conduits que remplissent les poils proprement dits et les écailles qui partent du derme sous-jacent, et qui, au début de leur évolution, du moins, ont les caractères de cellule.

Souvent la surface des élytres ou d'autres parties du tégument des insectes offre des sillons ou des saillies microscopiques qui lui donnent l'aspect écailleux ou aréolaire et celluleux, sans qu'il y ait là des cellules et autre chose qu'une disposition morphologique de la superficie seulement de ces enveloppes chitineuses.

La production de tous les organes formés de chitine presque pure (peau, stylets et spicules divers des annélides, des vers, des insectes, des crustacés, des arachnides, bec des céphalopodes, pièce squelettique des Calmars, membrane à épaississement spiral des trachées d'insectes, etc.), avec des traces ou des quantités notables de carbonate et de phosphate de chaux, cette production, disons-nous, ne résulte pas de la génération de cellules qui se métamorphoseraient ensuite en ces diverses matières. Il en est de même pour la production de la *membrane de la coque* des reptiles et des oiseaux, ne fixant que fort peu de sels calcaires : pour celle de la coquille d'œuf proprement dite, ne fixant que quelques centièmes de substances albuminoïdes : pour la production de l'émail dentaire, celle de la coquille des mollusques, du test des échinodermes et de divers polypiers (1).

Le mécanisme d'après lequel se forment les couches dont la structure vient d'être indiquée est fort remarquable. Il se rattache du reste à deux genres de faits : l'un est d'ordre organique et concerne le mode de mise en liberté ou de sécrétion

(1) La production d'organes diversement configurés ou de couches formées plus exclusivement, soit par des principes d'origine organique, soit par des principes immédiats d'origine minérale et encore par des proportions presque égales des uns et des autres, prenant ou non graduellement des dispositions morphologiques intimes plus ou moins compliquées, constituent des phénomènes de même ordre qui n'ont rien de plus étonnant l'un que l'autre. Ils se retrouvent du reste dans le règne végétal lors de la production des parties indiquées dans la note de la page 136.

des principes minéraux et des principes coagulables qui, aussitôt séparés du sang ou des tissus, se solidifient ; l'autre est purement physico-chimique et se rapporte au mode de solidification et d'adhésion de ces principes les uns aux autres. Je ne reviendrai pas sur le premier de ces points qui a spécialement été traité ailleurs (1). Je me bornerai à rappeler les faits suivants :

Les substances coagulables retiennent et fixent toujours de 1 à 3 parties pour 100 de leur poids de carbonates, phosphates, oxalates et autres sels calcaires, qu'elles rendent ainsi liquides comme elles-mêmes, et qu'on ne peut leur enlever que par les acides puissants ou en détruisant le dissolvant par l'incinération.

C'est de la sorte que ces substances remplissent le rôle de dissolvant envers ces sels. Or, quand par les actes d'exosmose dialytique, ces principes passent du sang qui les tient en dissolution jusque dans un autre liquide, ou d'un tissu mou, tels que les lamineux, muqueux, etc., dans les interstices ou à la surface de quelque organe, si leur passage a lieu en quantité absolue ou relative plus grande que ne passent en même temps ceux qui leur servent de dissolvants, ils reprennent inévitablement l'état solide. Ils reviennent ainsi de l'état liquide à l'état solide, quelles que soient les conditions d'alimentation, de circulation ou relatives à l'état du parenchyme qui ont amené le passage en excès du principe peu soluble qui se dépose, ou le passage en moindre proportion qu'à l'ordinaire des principes qui jouent le rôle de dissolvants.

Dissous par les substances coagulables liquides ou demi-solides, en raison d'une véritable combinaison chimique avec elles, ils en retiennent une partie qui leur reste fixée chimiquement lorsqu'ils passent de l'état liquide à l'état solide. De là l'existence constante, dans les productions énumérées ci-dessus et les concrétions, depuis les plus petites de celles que montre le microscope jusqu'aux plus gros calculs, d'une substance organique, restant sous forme de gangue demi-solide ou solide qui reproduit la forme du dépôt normal ou acciden-

(1) *Leçons sur les humeurs*. Paris, 1867, in-8, p. 426 et suiv.

tel, lorsqu'on a dissous les sels qui le composaient principalement. Ces substances coagulables ainsi fixées (1) peuvent, suivant la nature des humeurs dans lesquelles a lieu le dépôt, être aussi bien des matières colorantes que des albuminoïdes, telles que la mucosine, etc. On ne les retrouve pas seulement dans celles des productions précédentes dites amorphes, mais bien jusque dans celles qui sont formées de cristaux isolés, ou de groupes cristallins soudés en couches ou en masses (2).

Dans chaque groupe d'animaux, la matière soit chitineuse, soit albuminoïde combinée aux sels, présente quelques légères différences d'aspect tout en conservant les caractères du type (voy. p. 35). Toutes les fois qu'un sel calcaire se dépose, il entraîne les substances colorantes qui l'accompagnent, en formant avec elles une *laque* de la même manière qu'il fixe et entraîne des substances organiques non colorantes.

Ces principes ainsi unis chimiquement en passant, comme nous l'avons dit, de l'état liquide à l'état solide, forment un dépôt pulvérulent ou pâteux, lorsque chacune des parcelles amorphes ou cristallines reste distincte de celles qui se sont formées en même temps ou auparavant. Ils forment, selon les circonstances, des couches diverses, des concrétions, des spicules, du sable, des graviers, ou un calcul lorsqu'ils s'agglutinent; la dureté de la masse est proportionnelle à la cohésion naturelle du composé, sauf le cas d'interposition aux couches d'autres couches de matières peu résistantes qui rendent hétérogènes et par suite friable cet amas complexe.

Les choses ne se passent pas autrement ici sous tous ces divers points de vue que lors de la production des parties pierreuses quelconques dans le règne minéral, aussi bien en ce qui touche leur arrivée de l'état liquide à l'état solide, cris-

(1) Ch. Robin et Verdeil, *Chimie anatomique*. Paris, 1853, t. III, p. 488, au chapitre sur la MATIÈRE ANIMALE DES CALCULS; t. II, p. 231 et 240; et *Leçons sur les humeurs,* 1867, in-8, p. 433.

(2) *Chimie anatomique*. Paris, 1853, t. II, p. 211, pl. III et IV. — Cette fixation de la matière coagulable par les sels entrave cependant la régulière cristallisation de ceux-ci. Indépendamment de ce qui, à cet égard, se rattache à leur nature chimique, ces derniers sont d'autant plus régulièrement cristallisés qu'ils se déposent dans un liquide moins riche en substances coagulables comme l'urine, ou qu'ils sont moins doués de la propriété d'en fixer, comme la cholestérine, l'hématoïdine, l'acide urique et quelques autres principes non calcaires d'origine organique.

tallin ou non, qu'en ce qui regarde le mécanisme moléculaire de leur cohésion. Dans les cas accidentels, les principes immédiats se déposent sur les corps étrangers ou sur les premiers cristaux formés, jouant le rôle de noyaux comme le font les cristaux sur les baguettes ou autres corps étrangers à une solution que l'on plonge dans un liquide saturé d'un sel donné. Or, presque toutes les humeurs sécrétées sont constamment à cet état de saturation à l'égard des sels calcaires, tous peu solubles, comme l'urine à l'égard des urates quelque peu abondants qu'ils soient.

Les nouvelles portions des sels ou autres principes cristallisés ou non, se déposant molécule à molécule sur les précédentes, de la même manière que celles-ci sont arrivées à l'état solide, elles se trouvent nécessairement en continuité de substance avec elles, et les unes et les autres ne font qu'un, ne constituent qu'une masse de chacun des cristaux microscopiques successivement accumulés (1).

Il est très-intéressant d'étudier à ce point de vue les graviers, les couches et les calculs dans lesquels on peut distinguer chacun des cristaux composants. On voit très-nettement que l'adhésion mutuelle de ces derniers est le résultat du fait physique de leur juxtaposition immédiate par contact réciproque, les inégalités d'une couche correspondant exactement aux inégalités inverses de l'autre qu'elles comblent.

Il n'y a jamais d'inégalité de l'une par rapport à l'autre,

(1) Depuis l'époque où Fourcroy regarda la substance organique des calculs comme *un mucilage collant, ou glutineux, qui rapproche, réunit et resserre les particules acides ou salines dont la partie concrète des calculs est principalement formée*, on a souvent regardé cette substance ou ses analogues dans les tests comme servant de ciment aux sels. Mais l'idée de Fourcroy n'est pas entièrement exacte. Cette matière n'est aucunement interposée aux grains de sels terreux ou aux cristaux comme l'est le ciment des mosaïques par rapport aux fragments qui les composent. Ici il y a union molécule à molécule de la substance organique avec les sels, elle ne fait qu'un avec eux, elle est combinée à eux lors même qu'il s'agit d'un solide cristallin, comme en fournissent des exemples, le carbonate de chaux, etc. Le sel se combine avec cette substance molécule à molécule, au fur et à mesure qu'a lieu son passage à état solide, cristallin ou non. Aussi n'y a-t-il que les agents assez puissants pour attaquer le sel, le dissoudre ou le décomposer chimiquement, qui puissent le séparer de la substance à laquelle il est uni; laquelle même, en raison de sa petite quantité, est plus difficile à atteindre que les sels, par les réactifs susceptibles de l'attaquer. — Fourcroy, *Système des connaissances chimiques*. Paris, an IX, in-8, t. X, p. 232, et Ch. Robin et Verdeil, *Chimie anatomique*, 1853, t. II, p. 241.

puisque chaque partie saillante répond à une dépression exactement correspondante de la partie voisine, qui s'est moulée sur elle en se déposant molécule à molécule. Ce n'est que lorsqu'une substance colorée ou non, plus molle, comme le mucus, a enduit la première avant la formation de la seconde, que ce contact immédiat n'existant plus mathématiquement, la masse offre des alternances de coloration et une résistance moindre que ne l'indique la dureté propre à chaque sel, à chaque particule composante cristallisée ou non; c'est alors que dans les calculs les diverses couches se séparent plus ou moins facilement, et qu'elles-mêmes sont plus ou moins friables. Ce sont aussi ces dernières particularités qui font que, même pour les lames ou les concrétions artificielles, accidentelles ou naturelles, le microscope montre dans certaines d'entre elles des couches minces, différemment colorées, alternant plus ou moins régulièrement à partir du centre coloré ou non lui-même.

Nous avons vu que l'arrivée de principes calcaires de l'état liquide à l'état solide s'observe aussi dans les tissus, soit entre les éléments anatomiques (spicules des spongiaires, etc.), soit dans leur épaisseur. Mais tandis que pour les humeurs ce passage a lieu lors de leur expulsion par les parois sécrétantes, dans les tissus il s'accomplit lors de leur désassimilation; c'est-à-dire soit au moment où leurs éléments anatomiques abandonnent certains des principes constituants leur substance même, comme les sels calcaires, soit lorsqu'il s'en forme molécule à molécule, à l'aide et aux dépens de leur propre matière, par dédoublement désassimilateur de leurs substances coagulables, comme pour les urates des concrétions des ligaments chez les goutteux, etc.

Il importe en effet de remarquer à propos de ces tissus en particulier, que les productions des incrustations qui s'y trouvent ne s'observent pas pendant le jeune âge, c'est-à-dire pendant la durée de l'accroissement, pendant que l'assimilation l'emporte sur la désassimilation ou même lui demeure égale, mais alors que l'inverse se manifeste. Ces productions morbides ne sont par suite pas dues à la suraddition de matières étrangères à la substance des éléments de ces tissus, mais bien à la non-élimination de principes qui ont fait partie de cette

substance s'ils sont d'origine minérale, ou s'y font formés, s'ils sont d'origine organique comme les urates, certains corps gras, etc. Il résulte de là ce fait remarquable que les principes immédiats qui produisent ces incrustations des tissus après avoir momentanément fait partie de la substance de leurs éléments, il en résulte, dis-je, que ces principes restent là sans entrer dans le plasma sanguin et s'accumulent sans avoir passé par ce liquide. Au contraire, tous les principes immédiats des calculs qu'on trouve dans les humeurs ont passé par le sang avant d'arriver dans celles-ci et de s'y déposer, et cela, soit qu'ils proviennent des aliments comme les carbonates et les phosphates calcaires, soit qu'ils aient été formés par désassimilation de certains tissus comme les urates, etc. (1).

Si l'on excepte les cristaux de l'otoconie des mammifères, ceux des groupes cristallins du rachis des batraciens et quelques autres cas analogues sur divers animaux, les lames ou calcaires normales ne sont pas formées, comme bien des calculs urinaires et biliaires, par des cristaux directement adhérents les uns aux autres. Malgré des apparences contraires, il n'en est même pas ainsi pour les prismes de l'émail dentaire et les coquilles des mollusques.

La production de ces lames, comme celle de beaucoup de calculs accidentels, résulte essentiellement de la formation de cristaux aciculaires très-fins et très-petits, immédiatement réunis en groupes d'abord sphériques ou sphéroïdaux ; puis, lorsque ces groupes grossissent sans se souder ou même quand ils se soudent en petit nombre par le mécanisme indiqué plus haut, ils peuvent prendre les formes les plus diverses, dérivant de la sphère ou de deux portions de sphères, avec ou sans

(1) Notons enfin que si l'on voit des *incrustations* telles que les concrétions uriques des goutteux, qui sont composées par les principes immédiats formés dans les tissus mêmes où elles siégent, jamais les *calculs* ne sont constitués par des principes immédiats de *formation* glandulaire, c'est-à-dire par quelqu'un des principes caractéristiques d'une humeur comme le sucre dans le lait, les taurocholates dans la bile, etc. Ils sont composés au contraire par des principes d'origine minérale et accessoires dans ces humeurs, comme les carbonates et les phosphates calcaires le sont pour la salive, le suc pancréatique, les glandes sébacées, etc.; il en est ainsi toutes les fois qu'il s'agit de calculs formés dans les sécrétions proprement dites et des couches testacées produites par des sécrétions normales, soit tégumentaires comme les opercules des *Helix*, le test des crustacés, soit glandulaires, comme les coquilles d'œuf, etc.

aplatissement ou dépressions sur l'une ou sur les deux faces. Ces groupes cristallins, soit isolés, soit réunis en séries, plaques ou amas, surtout quand ils sont pourvus d'un petit noyau central, prennent une forme et un aspect général (1) qui les a fait comparer depuis longtemps à des cellules. Ils ont été bien étudiés par Rainey (1856), H. Bennett (1858), et récemment par Harting d'une manière toute spéciale (2).

De même que lorsqu'il s'agit de cristaux, ces groupes peuvent être saisis apparaissant dans un liquide naturel (mucus, etc.) ou artificiel sous forme de petits points visibles alors qu'ils ont encore moins d'un millième de millimère.

Ainsi que l'a bien vu et décrit Harting, qui les nomme *calcosphérites*, ils grandissent par apposition, en s'appropriant la substance cristallisable qui existe dans le liquide ambiant sans qu'on puisse voir comment, moléculairement, cela se fait. Chacune de ces petites sphères continuant à être ainsi un centre d'attraction, grandit en présentant encore des couches concentriques produites en raison de ce qui a été dit page 146. Les calcosphérites peuvent rester isolées ou agglomérées en petit nombre, et constituer ainsi certains organes premiers, tels que les otolithes de divers mollusques lamellibranches, des hétéropodes, et même ceux de quelques poissons ou d'autres organes sur divers helminthes, des polypes et des protozoaires. D'autres fois, ce sont des calculs microscopiques ou les perles de quelques mollusques qu'ils forment ainsi. Les expériences de Harting semblent montrer aussi que les *sclérites* ou *sclérodermites*, de l'épaisseur des polypes alcyonaires et coralliaires, sont aussi, malgré leurs formes bizarres plus ou moins allongées, des variétés de calcosphérites.

Mais, le plus souvent, chaque sphère s'étend jusqu'à ce qu'elle rencontre d'autres calcosphérites semblables avec lesquelles elle se soude par suite de la continuation du phénomène moléculaire précédent. D'un animal à l'autre ou même

(1) Voyez dans Ch. Robin et Verdeil, *Chimie anatomique*. Paris, 1853, t. II, p. 230 et suiv., pl. III, IV, etc.

(2) Harting, *Recherches de morphologie synthétique par la production artificielle de quelques formations calcaires organiques*. Amsterdam, 1872, in-4 et planches.

d'une partie à l'autre d'une même lame ou membrane, la soudure peut être assez parfaite pour que bientôt toute trace des sphères ou des sphéroïdes composants devienne insaisissable. Ordinairement, dans toute l'épaisseur, ou au moins sur la face la plus récemment formée des couches, on voit les lignes indiquant les points ou les faces de contact.

Ajoutons que dès que les sphères se touchent, elles prennent des formes les plus diverses. Tantôt une sphère conserve sa forme et empiète dans d'autres qui la reçoivent dans une dépression où elle se comporte ainsi d'un côté, et reçoit dans une concavité la portion correspondante de quelque sphère voisine. Le plus souvent, la forme sphérique primitive disparaît graduellement, parce que tout point de contact réciproque devient le point de départ de la formation de deux faces contiguës amenant chaque sphère à l'état de prisme adhérent à d'autres par ses longues facettes, tandis que, par les extrémités, il adhère aussi tant à la rangée formée avant lui qu'à celle qui se produit ensuite.

Quoi qu'il en soit, ce qu'il importe de noter, c'est que dans les couches ainsi formées, les sphères arrivées de la sorte à l'état de polyèdres non cristallins, prismatiques, pyramidaux et autres, sont elles-mêmes composées de cristaux aciculaires groupés, et s'irradiant autour d'un centre. Ces aiguilles, extrêmement fines, adhèrent les unes aux autres par le mécanisme indiqué plus haut. Il en est ainsi non-seulement pour les productions formées surtout de carbonate et de phosphate de chaux, mais aussi pour les graviers et les calculs formés par des urates, etc.; souvent des stries rayonnantes indiquent encore directement cette disposition dans l'épaisseur de la sphère ou des lames arrondies, et parfois même des aiguilles dépassent les autres à la superficie des sphères ou de ses dérivés non encore soudés ensemble. Sur les sphères d'aspect tout à fait homogène, la cassure de celle-ci donne parfois des fragments subdivisés en aiguilles cristallines. Sur d'autres, l'action lente des acides faibles fait réapparaître les aiguilles, et leur disposition rayonnante est décelée par les stries marquant leurs plans de contact et d'adhésion. En même temps, cette action met en évidence la gangue albuminoïde qu'avaient fixée ces cristaux.

Ces particularités sont importantes. En effet, quelles que soient les variétés des dispositions morphologiques, les analogies d'aspect avec les cellules, quant à la forme des corpuscules constituant les coquilles, les tests, les carapaces, elles démontrent que ces couches ne sont pas formées par des cellules incrustées.

J'insiste d'autant plus sur ce point particulier que Harting, qui, dans son travail si complet et si remarquable, a montré que les calcosphérites ne sont nullement des cellules, malgré leurs dispositions dans les coquilles d'œuf, de mollusques, etc., n'a pas spécifié ce fait. Quant aux analogies des calcosphérites artificielles (dont il a produit nombre de variétés) avec celles de divers invertébrés, elles sont incontestables. Mais, passer en revue tous les faits qui se rapportent à ce sujet serait sortir du cadre de ce livre, et c'est au mémoire du savant Hollandais qu'il faut recourir pour les étudier.

Notons, enfin, qu'on peut trouver des cristaux se rattachant au type du rhomboèdre et non du prisme droit dans divers des animaux qui ont des tests principalement formés de carbonate de chaux, de même que dans l'otoconie de l'homme, etc. (1).

Ce fait tend donc à prouver que les aiguilles groupées ou les sphérules qui passent à l'état de polyèdres microscopiques pour former les couches protectrices précédentes, dérivent du carbonate de chaux spathique ou rhomboédrique doué de la double réfraction, et non de l'aragonite ou carbonate de chaux prismatique droit à base rhomboïdale doué de la réfraction simple.

Il faut reconnaître, toutefois, que la substance de la coquille embryonnaire des mollusques gastéropodes et lamellibranches, celle de l'organe des céphalopodes, dite *os de sèche*, et toutes les pièces squelettiques, grosses ou petites, superficielles ou profondes des échinodermes, sont homogènes dès leur origine. Elles semblent formées par la solidification des substances organiques et calcaires passant aussitôt qu'elles sont produites directement à l'état, soit de couches, soit de colonnettes homo-

(1) Ch. Robin et Verdeil, *Chimie anatomique*, 1853, t. I, p. 402; t. II, p. 230 à 242.

gènes, sans présenter comme intermédiaire les formes cristallines groupées en calcosphérites dont il a été question.

Quoi qu'il en soit la notion d'*élément anatomique cellulaire*, aussi bien que celle d'élément *fibreux* ou *tubuleux* dérivant des cellules, disparaît dans l'étude de ces substances en raison de leur mode d'origine, de leur mode de production par sécrétion et solidification chimique extérieure soit dans le cas des coquilles d'œuf ou autres, soit dans celui des tests susceptibles de mues. La notion de cellule n'existe également plus dans l'étude des parties solides profondes, non muables, dont il vient d'être parlé, malgré les variétés et les complications de leurs dispositions morphologiques.

TROISIÈME PARTIE

PHYSIOLOGIE NORMALE ET PATHOLOGIQUE OU VIE DES CELLULES.

Au point de vue physiologique, à la notion de cellule se rattache celle de propriétés d'ordres mécanique, physique, chimique et organique, que l'élément emporte avec lui, partout où il se trouve (voy. les notes des pages 163 et 167). Parmi les premières se rangent leur ténacité, leur élasticité et leur peu de compressibilité, grâce à leur état constant d'hydratation ou de demi-solidité, un certain degré de ténacité, l'hygrométricité, etc.

Mais indépendamment de ces propriétés, la matière organisée amorphe ou figurée est le siége d'un certain nombre de manifestations qui ne peuvent être ramenées par l'analyse à aucune des propriétés des corps bruts, bien que celles-ci soient la condition d'existence de ces manifestations. L'ensemble de ces actes constitue ce qu'on entend par *propriétés d'ordre organique, biologique ou vital.* Ces propriétés de la substance organisée sont au nombre de cinq, et ont reçu les noms de *nutrilité*, *évolutilité*, *natalité*, *contractilité* et *névrilité.*

Avant d'étudier chacune d'elles en particulier, il importe de les examiner d'abord dans leur ensemble :

1° Au point de vue de leur siége, c'est-à-dire de leurs relations avec la substance organisée, substratum en dehors duquel leur existence n'a jamais été constatée ;

2° Au point de vue de leur complication croissante par rapport aux propriétés que les corps organisés partagent avec les corps bruts ;

3° Sous le point de vue de leurs corrélations avec les propriétés d'ordres chimique, physique et mécanique, et par suite au point de vue de leur rôle comme *forces naturelles ;*

4° Au point de vue, enfin, de la généralité décroissante et de la subordination croissante des unes par rapport aux propriétés communes à tous les corps. Nous verrons alors comment à cet égard elles se divisent en deux groupes.

1° *Rapports des propriétés d'ordre organique ou vital avec la matière qui en est le substratum.* — La nutrition, le développement, la génération, la contraction et l'innervation ne s'observent que sur la matière organisée; et encore faut-il qu'elle se trouve placée dans certaines conditions, les unes extérieures dites de *milieu*, les autres intérieures, corrélatives aux précédentes, et concernant l'homogénéité de l'association moléculaire caractéristique de l'état d'organisation.

Ces conditions de relations réciproques remplies, la manifestation des propriétés de la substance organisée a lieu sans aucune autre intervention du dehors. C'est dans ce sens, mais dans celui-là seul, qu'on peut dire que toute cellule est spontanément active. Cette spontanéité d'action devient dans les éléments anatomiques spécialement doués des propriétés de contractilité et de névrilité, la source du sentiment de liberté individuelle. De là viennent les angoisses qui en accompagnent la compression ou la suppression, comme toutes les fois qu'il y a un obstacle mis à l'impérieuse nécessité de l'accomplissement de quelques autres des actes naturels que ce soit.

Pour la substance organisée placée dans les conditions de milieu indiquées plus haut, ces qualités lui sont inhérentes au même titre que la conductibilité pour le calorique, et l'électricité l'est aux métaux, au même titre que la double réfraction l'est au spath d'Islande, l'alcalinité ou l'acidité le sont à certains états chimiques, etc.

Elles disparaissent aussi bien lorsque les conditions de milieu changent au delà de certaines limites, que lorsque la substance qui en est le siége se modifie moléculairement et physiquement; elles suivent inévitablement, dans leurs manifestations, les modifications de ces conditions comme celles de la substance elle-même.

Cette considération des propriétés multiples de la matière organisée et de leurs modes, corrélatifs aux conditions dans lesquelles se trouve cette substance, est le principe de la dynamique biologique qui considère non les pures déterminations de l'espace telles que la figure, l'étendue, mais l'activité et ses modes; examen qui ne ramène pas tout à des idées de grandeur et de quantité, abstraction faite des qualités, mais qui

conduit à la notion exacte de celles-ci, tant qu'il repose sur la détermination précise du siége de chacun des modes de cette activité, qui est la vie.

Ainsi la vie est un attribut dynamique de la substance organisée placée dans certaines conditions complexes (voy. p. 18 et suiv.), mais elle n'est pas une chose séparable de celle-ci et douée elle-même d'attributs. Plus exactement encore, cet attribut dynamique n'est pas un, mais il y en a plusieurs pouvant exister et existant en réalité parfois, indépendamment de ceux qui les suivent dans l'ordre de leur complication croissante. Ce n'est que par une vue de l'esprit que nous ramenons à l'unité, sous le nom de vie, cet ensemble d'attributs distincts ; mais il faut se garder de reporter sur cette abstraction, destinée à servir d'expression abréviative, soit les caractères d'un seul des attributs de la substance organisée, soit les caractères réunis de tous ceux-ci.

De quelque ordre qu'ils soient, les phénomènes que manifestent les êtres vivants ne sauraient, sans erreurs inévitables, être étudiés indépendamment de la possession d'une connaissance exacte de la matière organisée qui en est le siége, et ceux qui sont complexes ne peuvent être exactement interprétés tant qu'on ne connaît pas les plus simples dont ils dérivent. Il importe donc de connaître profondément la première avant d'aborder l'étude de ces actes, afin de pouvoir incessamment les rattacher d'une manière exacte, elles et leurs variations, aux états de leur *substratum*.

La biologie change entièrement de caractère lorsqu'on vient à ne jamais séparer la considération de ces actes de celle des états de la substance organisée sous forme d'éléments anatomiques, d'humeurs, de tissu, etc., et des conditions de milieu et d'âge évolutif dans lesquelles se manifestent des premiers ; elle perd entièrement son caractère hypothétique dès qu'on cesse de supposer l'acte comme pouvant être séparé de l'agent sous les noms de *principe vital*, etc. ; elle cesse d'être une science incertaine pour prendre les caractères d'une science nettement définie et positive, telles que la chimie, la physique, etc., dans lesquelles les lois d'après lesquelles se passent les phénomènes qui rentrent dans leur domaine étant

connues, il n'est plus possible de laisser place à l'intervention durable de vues arbitraires quelconques, contrairement à ce dont la médecine nous offre encore de fréquents exemples. L'immanence des qualités à la substance qui les manifeste, tant qu'elle se trouve placée dans les conditions qui permettent cette manifestation, est en effet le résultat dominant des études modernes d'anatomie et de physiologie générales (1).

La *doctrine de l'immanence* vient se substituer forcément en biologie, comme elle l'a fait en physique et en chimie, à celle de la séparation des actes d'une part et de la substance agissante de l'autre ; séparation qui d'abord établie par une vue de l'esprit comme procédé facilitant l'étude, et nécessaire quelquefois dans ce but, a ensuite été considérée comme exprimant la réalité.

Ainsi, une propriété quelconque ne saurait être admise en physiologie sans que, de toute nécessité, elle ne soit à la fois vitale et d'ordre organique ; vitale en tant que caractéristique de l'état d'activité que nous appelons du nom générique de vie, et d'ordre organique en tant que particulière à l'état dit d'organisation, et toujours manifestée par un élément anatomique déterminé.

Telle est la base objective aux modifications de laquelle doivent être rattachées aussi toutes les variations que présentent accidentellement ces propriétés ; car les influences qui les cau-

(1) C'est faute de tout cet ordre de connaissances considérées comme inutiles par tant d'auteurs, et qui le sont en effet pour leurs hypothèses, qu'un si grand nombre de celles-ci ont été émises sur les phénomènes intellectuels ou encéphaliques, sur les phénomènes de névrilité en général, sur ceux de contractilité, sur ceux de la vie en général, de la vie végétative et de la vie animale en particulier, puis par suite, sur les modifications pathologiques des divers ordres d'actes de la substance organisée. De là est venu que si souvent on est parti de l'examen des phénomènes morbides pour remonter, par des suppositions les plus diverses, à la connaissance des phénomènes normaux que l'on voyait bientôt être indispensables à connaître pour arriver à une thérapeutique pouvant offrir quelque certitude. Mais qu'importe que vous soyez vitaliste, hippocratiste de Cos ou de Montpellier, iatro-mécanicien, organicien, animiste, etc., pourvu que vous sachiez ce qui est ; que vous connaissiez la constitution de la substance organisée, la nature réelle des actes dont elle est le siége, et comment ils varient selon que la substance organisée se trouve placée dans telle ou telle condition ? Ce n'est, en effet, que faute de pouvoir acquérir une notion exacte de la réalité que l'on était de telle ou telle école, c'est-à-dire que l'on admettait telle ou telle des hypothèses par lesquelles on cherchait à expliquer ce qu'on ne pouvait encore démontrer.

sent sont si nombreuses que, dès qu'on cesse d'avoir présent à l'esprit la notion de leur substratum, elles se prêtent, au gré de l'imagination de chacun, à toutes les interprétations possibles. Il importe donc ici, plus que dans tout autre ordre de faits, de ne jamais oublier que sans substance il n'y a pas d'actes, et que telle la matière, dans telles et telles conditions extérieures, tels sont les actes. Seulement comme celle-ci offre l'état dit d'organisation et non l'état brut, ces actes sont spéciaux également.

2° *Du degré de complication des actes d'ordre organique ou vital par rapport aux propriétés que les corps organisés partagent avec les corps bruts.* — Les propriétés que nous étudions ici sont bien plus complexes, et par suite, bien plus modifiables que les simples propriétés d'ordres mécanique, physique et chimique que les corps organisés partagent avec les corps bruts. Leurs manifestations varient en effet selon la forme, le volume, la constitution physique, la composition moléculaire et la structure propre de chaque élément anatomique en particulier.

La nutrition, le développement, la génération, la contraction et l'innervation sont en effet des phénomènes biologiques élémentaires et généraux dont chacun rappelle nécessairement à notre intelligence l'inséparable pensée d'un siége plus ou moins circonscrit, mais toujours déterminé (1).

Ces actes élémentaires ne sauraient être assimilés l'un à l'autre pas plus que l'acidité ne peut l'être à l'alcalinité; aucune de ces propriétés ne peut être réduite à un cas particulier de celle qui la suit ou de celle qui la précède dans l'ordre de l'énumération précédente, qui est celui de la diminution graduelle de leur simplicité, de leur indépendance et de leur généralité.

Dans leur ensemble, non plus qu'isolément, ces actes ne doivent être assimilés aux propriétés générales de la matière comme cas particulier, également de telle ou telle d'entre elles. Ils constituent aussi un certain nombre d'espèces de propriétés distinctes qui se séparent nettement des autres, qui ont leurs

(1) A. Comte, *Cours de philosophie positive*. Paris, 1838, in-8, 1re édit. et 3e édit., t. III.

lois, dont la formule ne peut rappeler aucune des lois que suivent dans leurs manifestations les propriétés de la matière brute.

La matière en tant que corps simples étant ingénérable et indestructible, ses qualités immanentes le sont aussi, mais leurs manifestations sont variables comme les états d'association qu'elle est susceptible de présenter.

L'organisation n'existe que parce qu'il y a de générable et de destructible dans la matière, c'est-à-dire par les combinaisons de celle-ci, par les états de groupements moléculaires par lesquels les espèces de corps simples peuvent passer; la substance organisée, en un mot, n'existe que par ses principes immédiats, et ses états sont subordonnés aux modes d'association de ces derniers.

La matière donc peut acquérir certains états spéciaux, et avec eux des propriétés spéciales qu'on ne peut confondre avec ses propriétés générales et qu'elle ne possédait pas sous d'autres états. Ces propriétés spéciales n'indiquent toujours, à plus forte raison, qu'une relation des corps les uns avec les autres, mais rien d'absolu, de séparable de ces états; telles sont la double réfraction de la lumière, l'état acide ou alcalin et autres particularités qui caractérisent spécifiquement les corps.

Ces qualités disparaissent avec les conditions moléculaires de la matière qui les font apparaître, sans que pour celà celle-ci soit moléculairement destructible, mais seulement parce que ces conditions sont destructibles elles-mêmes. Elles n'existent et ne durent qu'avec ce qu'il y a de générable et de destructible dans cette matière, ses divers modes de groupement et les conditions dans lesquelles elle peut être placée. Or, dans l'état dit d'organisation, la matière acquiert des propriétés spéciales qu'elle n'avait pas auparavant. Dans leurs relations mutuelles, celles-ci représentent des *forces* les unes par rapport aux autres en raison de la manière dont elles s'influencent et se modifient réciproquement dans leurs manifestations. Ces qualités disparaissent dès que disparaît aussi, dans d'étroites limites même, l'état moléculaire qui caractérise l'organisation auquel elles sont inhérentes, comme l'acalinité ou l'acidité sont inhérentes à certaines relations moléculaires de la matière.

Ces propriétés élémentaires de la substance organisée sont multiples comme nous l'avons vu, et ne peuvent être ramenées à une seule dont elles ne seraient que des modifications. Elles ne sauraient être étudiées indépendamment de la substance organisée, variables qu'elles sont selon les phases d'évolution que présentent les formes de celle-ci pendant toute sa durée chez chaque individu, particularité qui ne s'observe pas sur la matière brute.

On voit, d'après ce qui précède, que les *propriétés* spéciales de la substance organisée sont distinctes de celles de la matière brute, autant que la première diffère de la seconde; que de plus leurs manifestations sont soumises à certaines conditions extérieures dites de milieu représentées par les propriétés générales de toute matière.

3° *De la corrélation des propriétés d'ordre organique ou vital entre elles et avec les propriétés générales de la matière.* — Que l'on ne croie point que l'étude des actes élémentaires accomplis par la substance organisée et celle des notions d'un ordre plus élevé qui s'y rattachent, manquent de bases positives ou soient dépourvues d'applications, parce qu'elles sont abstraites. Elle est fondée entièrement sur des données expérimentales, au même titre que celle des propriétés générales de la matière qui sont le but des recherches de la physique.

Chacune de ces propriétés spéciales de la substance organisée devient *force* ou *puissance* relativement à ses congénères, selon les conditions dans lesquelles elle se manifeste, de la même manière que l'acidité de certains composés est une *force* relativement à certains sels qu'elle a la *puissance* de décomposer; c'est ainsi que la *névrilité* motrice est une *force* nerveuse par rapport à la contractilité dont elle a la *puissance* de déterminer la manifestation, et c'est dans ces limites qu'elle est *cause* de la contraction, qui n'est que la manifestation d'une propriété inhérente aux fibres musculaires. Ainsi, les propriétés spéciales à la substance organisée ne peuvent ni ne doivent être comparées aux propriétés générales de la matière, dites aussi *causes*, *forces*, *puissances générales de la nature physique* ou simplement de la nature. Ce sont deux ordres de qualités de la matière essentiellement dis-

tinctes, puisque les unes appartiennent à toute matière quelconque, et les autres à certains états de la matière seulement, ou, en d'autres termes, à quelques espèces de corps unis entre eux d'une manière spéciale. La question de savoir, par exemple, s'il y a des forces agissant uniquement dans les êtres vivants, *forces vitales propres et distinctes des forces générales de la nature physique*, est donc une de celles qui seront toujours discutées et toujours diversement résolues selon le point de vue où se placera celui qui les examine, puis surtout selon l'étendue de ses connaissances cosmologiques et la nature de son éducation scientifique et philosophique ; c'est là, en effet, une question qui est mal posée, dès qu'on ne tient pas compte des différences qui séparent la substance organisée de la matière non organisée, aux divers points de vue mécanique, physique et surtout d'association des molécules composantes. Il n'y a pas lieu en effet de comparer les qualités générales de tout ce qui existe aux qualités spéciales de ce qui offre l'état d'organisation, ces deux ordres de choses étant essentiellement distincts, autant que le général l'est du particulier, autant que la matière brute diffère de la substance organisée (1).

L'étude des propriétés d'ordre organique et leur comparaison à celles de la matière brute, montrent que l'*unité* à laquelle l'esprit humain cherche à ramener les diverses espèces de corps et les qualités qui les distinguent aux points de vue statique et dynamique, existe dans les opérations de son esprit seulement et non dans les objets extérieurs à lui. L'esprit en effet est un, en tant que manifestation de l'activité d'un même appareil dont les actes divers s'enchaînent et sont solidaires. Les actions cérébrales, bien que diverses, se succédant

(1) *Il est évident pour nous que ce qui distingue essentiellement le corps organisé du corps brut, ce n'est point la nature des forces auxquelles nous rapportons immédiatement les phénomènes de la vie, mais bien la cause première du balancement essentiel de ces forces et de leur coordination, pour maintenir la vie dans un assemblage de molécules assujetties à une forme déterminée, susceptible d'accroissement régulier aux dépens du monde extérieur, et capable de se continuer dans l'espace et dans le temps.* (Chevreul, *De l'étude de la nature des forces des corps vivants;* Journ. des savants. Paris, 1860, in-4, p. 697.) On ne saurait trop se pénétrer des recherches expérimentales approfondies, publiées depuis 1823 par M. Chevreul, dont la conclusion précédente est une des expressions générales les plus remarquables.

suivant un ordre déterminé et ne s'accomplissant pas simultanément, l'homme tend à l'unité de direction dans toute coordination des rapports qu'il établit entre les objets ou les phénomènes. Mais cette unité n'est que dans les formules que nous créons pour exprimer ces rapports. Quant aux objets et aux phénomènes, ils sont manifestement divers, distincts entre eux et par rapport à nous. Il sera à jamais impossible, comme nous venons de le voir et le verrons davantage encore, de ramener à un même type les éléments anatomiques et leurs actes; on ne peut pas plus considérer ces derniers comme dus à une même cause, qu'il n'est possible de reconnaître dans les diverses espèces d'éléments anatomiques une seule forme se modifiant de façons diverses par les progrès de leur évolution. Non-seulement chacun a ses caractères propres aux diverses périodes de son existence, mais chacun naît à sa manière dans un lieu déterminé de l'économie où il n'existait pas auparavant, et à un moment donné, pour offrir ensuite un mode de développement et une manière d'agir qui lui sont propres. Ces types abstraits et uniques relatifs à la fois à la constitution des éléments et à l'essence de leurs actes, n'existent pas hors de nous; ils sont de création humaine et deviennent sans utilité une fois que la réalité nous est connue.

L'unité n'est pas dans les objets ni dans les phénomènes; c'est la diversité au contraire qui s'y trouve. L'unité est dans un ordre de choses plus élevées. Elle est dans les rapports qu'établit l'esprit humain pour exprimer le vrai et aider à le dégager de l'inconnu. En d'autres termes, la réalité ne se réduit pas à un point ni même à une ligne; elle consiste plus exactement en une série de termes de plus en plus rapprochés dans notre esprit. Celui-ci peut ainsi de mieux en mieux les saisir sans que jamais ils se confondent en un seul; ces termes deviennent en même temps plus régulièrement espacés, s'il est permis de se servir de cette expression, ce qui en fait mieux saisir les rapports.

Ainsi ce que les physiciens et les philosophes étudient d'une manière abstraite, sous la dénomination commune de *forces générales de la nature*, ce sont ces qualités inhérentes à toute matière considérée en masse ou moléculairement. Elles

n'en sont point séparables ; elles ne constituent pas une chose qu'on puisse isoler de la matière autrement que par une vue de l'esprit ; elles ne vont point l'une sans l'autre dans quelque condition que ce soit. En étudiant chacune d'elles, nous étudions un rapport, une relation établie entre nous et la matière à ses divers états moléculaire ou de masse. C'est dans ces relations que *chacune de ces qualités* devient pour nous une *force* par la manière dont elle modifie les manifestations de quelqu'une des autres propriétés ou l'état sous lequel la matière se présentait, et elle est appelée alors la *cause* de cette modification et des phénomènes secondaires qui l'accompagnent. Mais les mots *cause*, *force* et *propriété* ne désignent pas des choses distinctes les unes des autres, ni séparables de la matière brute ou organisée ; ces mots expriment seulement que nous nous plaçons à des points de vue différents pour envisager les divers modes d'activité de la matière organisée et de leurs influences réciproques, toutes les fois que celle-ci se trouve dans des conditions dissemblables.

Quel que soit donc celui de ces termes qui est employé, il importe de pouvoir toujours remonter exactement de cette expression à l'ordre des conditions d'activité de la matière brute ou organisée dans laquelle se trouvait placée cette matière et par suite à ce qui a conduit à user de telle ou telle de ces expressions.

L'interprétation des phénomènes complexes normaux et morbides que tout animal nous présente à chaque instant, repose en entier sur la connaissance de ces propriétés, comme l'interprétation des phénomènes météorologiques et autres phénomènes terrestres repose sur la connaissance précise des lois de la pesanteur, de la lumière, de l'électricité, des affinités chimiques, etc., toutes propriétés élémentaires de la matière brute. C'est en vain que, par mille hypothèses, les médecins cherchent à s'affranchir de l'étude directe des propriétés élémentaires de la matière organisée, ou croient impossible la détermination précise de leurs lois. C'est plus vainement encore qu'ils cherchent à faire considérer comme inutile ou comme pur objet de la curiosité d'un naturaliste cette connaissance ; elle est pour eux ce que sont les principes de la physique

pour l'ingénieur, c'est-à-dire à la fois difficile à acquérir et indispensable pour la pratique (1).

4° *Nombre des propriétés d'ordre organique ou vital; leur comparaison entre elles et aux propriétés communes à tous les corps, sous le point de vue de leur généralité décroissante et de leur subordination croissante.*

a. — Toute substance organisée, toute cellule végétale ou animale, placée dans des conditions de milieu en rapport avec sa constitution immédiate est douée de *nutrilité*, c'est-à-dire de la propriété de présenter continûment, et sans se détruire, un double mouvement de combinaison et de décombinaison simultanées, d'où résulte sa rénovation moléculaire incessante. Sa manifestation porte le nom de *nutrition.*

Cet acte nous offre comme on voit deux phénomènes moléculaires distincts, mais s'opérant simultanément. Chacun d'eux considéré isolément, c'est-à-dire d'une manière abstraite, peut être envisagé comme un phénomène chimique. Mais leur simultanéité ne s'observe que sur les parties douées d'organisation. Le premier a reçu le nom d'*assimilation*, l'autre celui de *désassimilation.* Les phénomènes essentiels de l'assimilation consis-

(1) C'est là que le médecin doit chercher l'explication des causes qu'il appelle, faute de les connaître autrement que par leurs effets, *forces vitales*, *forces de la vie* ou *de la nature, puissances médicatrices,* aussi bien que *perturbatrices* ou *morbifiques intérieures.* C'est la manifestation d'une ou plusieurs des propriétés élémentaires du corps organisé, dans telles ou telles conditions, qu'il désigne sans le savoir dans les cas, par exemple, où il dit d'une lésion qu'elle guérit *par les seules forces de la nature :* ce qui signifie que le rétablissement des usages d'un ou de plusieurs organes est un résultat dû à la manifestation régulière des propriétés inhérentes à la substance des éléments anatomiques et des humeurs. Je dis dans telle ou telle condition, car, et c'est là un fait capital, chaque propriété d'ordre vital a pour condition d'existence une ou plusieurs propriétés d'ordre physique ou chimique, qui, dès qu'elle vient à être modifiée, entraîne naturellement un changement dans la manifestation des autres. Or, c'est là précisément la source de cette forme du matérialisme qui a fait croire pendant longtemps et fait encore penser à plusieurs, que tous les actes des êtres vivants peuvent être ramenés pour les uns à des actes mécaniques et physiques élémentaires, pour les autres à des actes chimiques ou à ces trois ordres d'actes élémentaires réunis : opinion préconçue qui a constitué autant d'*écoles* physiologiques et médicales. Pour avoir méconnu ces conditions d'existence, les caractères de la matière organisée et même en réalité ses propriétés, d'autres, sous le nom de *vitalistes purs*, ont cherché vainement à se rendre compte des actions de l'organisme en imaginant une *force vitale* qui est une pure entité, quand elle est considérée indépendamment de la substance organisée et regardée comme unique et séparable de celle-ci.

tent en une pénétration endosmotique des principes immédiats avec combinaison chimique aux principes déjà existant pour certains d'entre eux et modification isomérique pour d'autres. Dissolution de certains des principes cristallisables qui étaient combinés et dédoublement des substances organiques coagulables passant à l'état de principes cristallisables, voilà ce qui caractérise particulièrement la désassimilation. On voit comment de ces phénomènes résulte le renouvellement moléculaire incessant de la substance des éléments anatomiques de tous les tissus, comment ce fait rend possible la production de changements continus dans l'intimité de leur substance au point de vue de leur structure, de leur consistance, de leurs couleurs, de leurs dimensions, etc.

Dans les cellules, l'*assimilation* et la *désassimilation* nous dévoilent en outre les conditions d'existence et d'accomplissement de deux actes, dont on ne peut observer le plein développement que dans les *tissus :* ce sont, d'une part l'*absorption*, dont l'assimilation est en quelque sorte l'ébauche, et la *sécrétion*, d'autre part, qui est plus nettement esquissée encore par la désassimilation.

b. — Toute cellule qui se nourrit est douée d'*évolutilité*, c'est-à-dire de la propriété de grandir, s'accroître dans les trois dimensions, avec ou sans changements graduels de sa figure et de sa structure, soit par formation, soit par disparition de quelques parties composantes, et elle a une mort ou décomposition. La manifestation de cette propriété reçoit le nom d'*évolution ;* elle a pour résultat le *développement* ou la *réduction*, en volume, forme et structure, de l'élément qui en est le siége (1).

(1) Buffon établit nettement le sens des mots *développement* et *reproduction*, ainsi que les différences qui séparent les actes qu'ils désignent (*Histoire naturelle*, Paris, 1749, in-4, t. II, p. 49 et 50), et c'est à tort que ces deux termes sont souvent pris comme synonymes. Ce sont les éléments anatomiques mêmes qui sont le siége du développement comme de la nutrition, et l'accroissement du corps entier ou de chaque organe en particulier est le résultat commun du développement de chacun de ses éléments pris en lui-même et de la naissance de nouveaux éléments entre ceux existant déjà. Les mots *développement* et *accroissement* ne sont donc point absolument synonymes en physiologie et n'auraient jamais dû être considérés comme tels ; seulement peu d'auteurs se sont préoccupés de leurs sens véritable, soit étymologique, soit historique. Schwann est le premier qui, chez les animaux, ait fait pour les cellules animales ce que de Mirbel et autres avaient fait depuis longtemps pour les cellules végé-

c. — Toute cellule qui se nourrit et se développe est douée de *natalité* on de *reproductilité*, c'est-à-dire qu'elle détermine dans son épaisseur ou dans son voisinage la *genèse* molécule à molécule de particules visibles, analogues ou semblables à elle, et peut même se reproduire directement. La manifestation de cette propriété reçoit le nom de *genèse*, ou de *naissance*, lorsque l'acte est considéré en lui-même, et ceux de *génération* et de *production* lorsqu'on envisage à la fois le résultat (qui est l'apparition d'un individu élémentaire nouveau) et la manière dont il s'est opéré (voy. p. 15); enfin il prend celui de *reproduction*, lorsque la cellule ou le noyau après un accroissement variable de l'un à l'autre se divisent directement en produisant ainsi un corps semblable à celui dont ce dernier dérive, en ayant alors avec lui une liaison généalogique directe des plus évidentes.

Les trois actes dont il vient d'être parlé sont les seuls qu'on observe sur la substance organisée végétale, et on les y observe à l'exclusion des propriétés dites de la vie animale dont il va être question, à l'exception de ce qui touche aux mouvements dits *ciliaires* et *amiboïdes*. De là les noms d'*actes végétatifs*, de la *vie végétative* et de *propriétés végétatives*, qui leur sont donnés lors même qu'on les décrit chez les animaux où ils se voient sur tous les éléments sans exception, y compris ceux qui jouissent de propriétés spéciales, dites *animales*, propriétés pour lesquelles ils sont même spécialement une condition d'existence. Il y a chez les animaux des éléments anatomiques qui ne jouissent que des propriétés végétatives; les espèces qui sont dans ce cas sont même bien plus nombreuses que celles qui, en outre, possèdent une propriété de la vie animale. Les éléments nerveux, les deux sortes d'éléments musculaires, sont les seuls éléments qui, aux propriétés végétatives, joignent une de celles de la vie animale (1).

tales, c'est-à-dire porté jusqu'aux cellules l'étude de la propriété du développement qui jusqu'alors n'avait été envisagée que dans les tissus ou dans l'organisme entier (Schwann, *loc. cit.*, 1838, p. 209-214). Henle l'a fait aussi très-exactement (*loc. cit.*, 1843, t. I, p. 179). Leurs successeurs ont employé tantôt ce terme, tantôt le mot *accroissement* pour désigner les phénomènes de l'évolution. Mais c'est surtout la confusion de l'évolutilité avec la nutrilité et la natalité qui a été la source d'un grand nombre d'erreurs et qui a fait employer à tort comme synonymes les termes qui désignent chacune d'elles.

(1) Cette subordination est telle qu'il y a une corrélation exacte entre les

On emploie souvent d'une manière générale, d'après ce qui précède, le nom d'*éléments végétatifs* pour désigner collectivement l'ensemble des éléments nombreux qui ne sont doués que des propriétés de nutrilité, d'évolutilité et de natalité, par opposition à ceux qui sont doués des propriétés animales (les nerveux et les musculaires).

C'est là un fait digne de l'attention des médecins, et qui met en relief l'importance des actes nutritifs, que la présence chez les animaux des espèces d'éléments doués des seules propriétés végétatives, en nombre bien plus considérable que ceux qui jouissent des propriétés de la vie animale. Il est vrai que, à l'exception des os, des cartilages, des tissus lamineux, tendineux et des épithéliums, les éléments végétatifs n'existent qu'en masses peu considérables dans l'économie, et qu'ils s'y trouvent à l'état d'éléments accessoires seulement; mais ce sont eux seuls qui sont le point de départ des productions morbides accidentelles par hypergenèse ou multiplication exagérée. Quant aux éléments doués des propriétés de la vie animale, ils existent en masses considérables dans l'économie; ils ne sont que rarement l'origine directe de tumeurs, sauf les fibres-cellules, mais ils sont toujours accompagnés par des éléments végétatifs qui, au milieu des autres, deviennent fréquemment par hypergenèse l'origine de ces productions.

Il est inutile de dire que ces mots, *éléments végétatifs*, ne désignent pas en anatomie une classe naturelle d'éléments ; ils servent seulement en physiologie à indiquer un ensemble d'éléments appartenant à des sections diverses, mais doués exclusivement des mêmes propriétés fondamentales, avec des différences d'intensité très-marquées d'une espèce à l'autre.

Outre les actes dont il vient d'être fait mention, la substance organisée des animaux est le siége de phénomènes qu'on n'observe qu'en elle, qui lui sont inhérents, et qui manquent à celle des végétaux, mais qui ont pour condition d'existence les propriétés végétatives ; ce sont les suivantes :

actes moléculaires nutritifs et la contractilité, par exemple, considérés l'un et l'autre comme forces, de telle sorte que l'effet produit par la contraction est équivalent aux actes intimes physiques et chimiques qui caractérisent la nutrition des fibres qui se contractent.

d. Il est des éléments anatomiques qui sont doués de *contractilité*, c'est-à-dire de la propriété de se raccourcir dans un sens en même temps qu'ils augmentent de diamètre dans l'autre. Sa manifestation porte le nom de *contraction* (1).

e. D'autres éléments, dits nerveux sont doués de *névrilité* (G. Lewis, 1859), c'est-à-dire de la propriété de transmettre et d'élaborer certaines modifications qui leur sont spéciales, dont la définition, peu nécessaire ici, ne peut être donnée indépendamment de la connaissance détaillée des éléments qui en sont le siége et qui selon la nature de ceux-ci, se divise en *sen-*

(1) On doit aujourd'hui éviter d'imiter encore Haller, dans le tort qu'il eut d'employer, pour désigner la *contractilité*, propriété spéciale aux muscles, le terme *irritabilité*, terme qui avait toujours indiqué un degré de l'activité vitale propre au tissu nerveux central et aux parties qui en reçoivent les ramifications périphériques, surtout après avoir montré que : *Sola fibra muscularis contrahitur vi viva; sentit solus nervus.* Tout en la distinguant de la sensibilité avec Baglivi et Glisson, c'était laisser encore la confusion possible. Du reste, il était difficile de l'éviter à une époque où Bichat n'avait pas fait l'étude particulière de chaque tissu. Les inconvénients de l'application de ce terme général pour désigner un phénomène spécial se font déjà sentir lorsqu'il dit : *Plurimæ ergo partes sentiunt, quæ non sunt irritabiles*, et plus loin encore dans son chapitre intitulé : *Irritabilitatis gradus.* A partir de Bichat, le terme *irritabilité* a repris sa signification commune ou générale, et a été remplacé avec raison par celui de *contractilité*. Toutefois, quelques auteurs emploient à tort fréquemment le terme *irritabilité musculaire*, ou simplement *irritabilité*, comme synonyme de *contractilité*. Il faut en être prévenu et ne pas les imiter, car on peut voir qu'il en résulte bientôt une grande confusion lorsque, arrivant au système nerveux, ils parlent de nouveau de son *irritabilité*. La confusion devient plus grande encore lorsqu'ils cherchent à faire deux propriétés spéciales et différentes de la *contractilité* et de l'*irritabilité musculaire*. Bichat, qui distinguait nettement et avec raison les *propriétés de tissu* des propriétés spéciales et caractéristiques de chaque élément anatomique (appelées *propriétés vitales* ou *élémentaires*, qui sont, les unes organiques ou végétatives, communes à tous les éléments sans exception, les autres *animales*, propres à quelques éléments des animaux), reconnaissait deux sortes de *contractilités*. Il appelle l'une *contractilité de tissu :* c'est uniquement une propriété physique, la *rétractilité*, qui elle-même n'est qu'un des côtés de l'*élasticité :* l'élasticité est en effet un double phénomène physique caractéristiqué par la propriété d'élongation ou d'*extensibilité* et celle de *rétractilité* ou de *rétraction*, existant sur un même tissu. Il appelle l'autre *contractilité animale :* c'est la contractilité proprement dite. C'est pour éviter la confusion possible entre les termes *contractilité de tissu* et *contractilité animale*, qu'on a proposé le terme *myotilité* à la place de ce dernier. L'emploi, généralement adopté, des précédents pour désigner la propriété physique appelée par Bichat *contractilité de tissu*, est suffisant pour éviter la confusion rendue possible par cette dernière expression qui n'est pas synonyme d'*irritabilité musculaire*. Mais en résumé, le terme *irritabilité* doit conserver son acception générale, qui est de désigner seulement les *degrés divers de l'animalité*. (L. Littré et Ch. Robin, *Dictionnaire de médecine*. Paris, 10e édit., 1855, et 13e édit., 1873, art IRRITABILITÉ.)

sibilité, *pensée* ou *volition* et *motricité*. Sa manifestation reçoit d'une manière générale le nom d'*innervation*.

Ces deux actes, ne s'observant que chez les animaux, ont, par suite, reçu les noms d'*actes de la vie animale*, *propriétés de la vie animale*, ou simplement *propriétés animales*. Ces propriétés sont chacune inhérentes à telle espèce d'éléments anatomiques seulement, à certaines formes de la matière organisée d'une manière toute spéciale et non à telle autre. Il faut, en outre, pour qu'elles se manifestent, que ceux-ci, après être nés, aient atteint un certain degré de *développement* et se *nourrissent*. Ces actes, en un mot, sont sous ce rapport subordonnés à ceux de la vie végétative ; aussi, bien qu'il ne soit ici question que des éléments anatomiques des animaux, c'est par l'étude des propriétés de la vie végétative que doit commencer l'étude de ces phénomènes (1).

Tel est l'ensemble des actes élémentaires que présente la substance organisée, même considérée indépendamment de toute structure. Comme la matière brute est impropre à les accomplir, comme la substance organisée seule les manifeste, on a dû leur donner un nom générique qui pût servir à les désigner ensemble sans distinction de celles qui sont végétatives ou animales, ni à plus forte raison de l'une d'elles en particulier. On était d'autant plus fondé à le faire que ni les unes ni les autres ne peuvent être expliquées par les lois des réactions

(1) La notion de l'existence dans les corps organisés de propriétés dont manque la matière brute est fort ancienne ; mais la solidarité des propriétés vitales par rapport aux premières, la manière dont celles-ci sont la condition d'existence des autres, bien qu'en différant tout à fait et ne pouvant être expliquées par elles, sont autant de questions capitales qui ne sont pas même soulevées par la plupart des auteurs classiques. Aucun non plus ne se préoccupe de leur nombre ni de leur nature, par rapport aux actes plus complexes, comme les fonctions, par exemple. Bichat pourtant l'a fait avec une supériorité de logique qui a dérouté ses successeurs, autant que l'erreur qui a consisté dans ses écrits à tout rapporter à deux propriétés seulement, à la *sensibilité* d'une part, à la *contractilité* de l'autre ; et cela faute de pouvoir encore s'expliquer la nutrition, et, par suite, soit le développement, soit la naissance de la substance organisée. Il a surtout montré avec une grande précision que c'est aux tissus que doivent être rattachées ces propriétés et non aux organes ni aux appareils qui en sont composés (*Anatomie générale*, 1801, § II à § VI). Mais, depuis qu'ont été découverts les éléments anatomiques, depuis qu'on a reconnu que les tissus qu'il croyait des parties simples et élémentaires sont très-complexes, on a reconnu aussi qu'il faut rapporter à ceux-là ce qu'il pensait appartenir aux derniers.

chimiques des corps bruts les uns sur les autres, ni par les lois physiques, ni par des influences surnaturelles ou idéales, comme on l'a vainement tenté à diverses reprises. Par conséquent, elles doivent être étudiées en elles-mêmes et doivent recevoir un nom propre pour ne pas être confondues avec d'autres.

C'est le nom de *propriétés vitales* qu'on a choisi ; c'est l'adjectif *vital* qui a été adopté pour les distinguer de celles pour lesquelles on avait adopté les termes de propriétés PHYSIQUES ou CHIMIQUES, de même qu'on dit *substance organisée* par opposition à *corps brut*. Mais à ce mot ne se rattache aucune idée d'*entité*, d'influence ou d'intervention surnaturelle ; il ne s'y rattache même aucune idée de fluide ou d'entité quelconque qui, existant hors de nous, hors de la substance organisée, agirait pourtant en elle, et pourrait avoir une existence indépendante de la sienne, de manière à s'en séparer à un moment donné.

Il est d'autres actes encore qui ne s'observent que chez les êtres vivants; mais il y a cela de remarquable, qu'ils peuvent tous être ramenés à de plus simples qui, eux, sont irréductibles, et qui sont précisément les cinq actes indiqués précédemment, nommés en conséquence élémentaires. Les autres actes connus sous les noms de *propriétés* de tissus, d'*attributs* des systèmes d'*usages*, des organes, *fonction* de chaque appareil, ne sont que des manifestations simultanées de deux ou plusieurs des cinq actes combinés deux à deux ou en plus grand nombre, qui, pour être interprétés convenablement, exigent par conséquent la connaissance des plus simples ou propriétés élémentaires.

Ainsi, à partir des *propriétés vitales* ou *élémentaires* de la substance organisée, amorphe ou figurée, on ne trouve à proprement parler plus d'actes nouveaux dans l'économie ; si ce n'est peut-être l'*absorption* et la *sécrétion*, que déjà pourtant l'assimilation et la désassimilation nous présentent à l'état d'ébauche. De même qu'à compter du degré d'organisation le plus simple, la matière organisée amorphe ou figurée, envisagée à l'état statique, n'offre plus que des degrés divers de complication de plus en plus grande dans l'arrangement des

parties élémentaires : de même, à partir des propriétés vitales, on ne trouve plus que des manifestations de plus en plus complexes (correspondant à chaque groupe de parties dans l'ordre anatomique) des propriétés vitales (voy. p. 24).

L'expression d'ACTES VITAUX a été choisie pour désigner l'ensemble de tous ces phénomènes, *propriétés vitales* ou *élémentaires* de la substance organisée et actes plus complexes qui n'en sont que des manifestations de plus en plus compliquées, à mesure qu'on passe à un ordre de parties anatomiques de structure moins simple.

Nous venons de voir que nulle propriété animale ne se manifeste dans un élément anatomique si celui-ci ne jouit de propriétés de la vie végétative, que ces dernières en un mot sont la condition d'existence des autres. Mais il est un fait non moins important du même ordre qu'il faut encore signaler : c'est que toute propriété d'ordre vital, tant végétative qu'animale, a pour condition d'existence une ou plusieurs des propriétés d'ordre mécanique, physique ou chimique que manifeste la substance organisée, comme la matière brute.

On constate en effet que la nutrition a pour condition d'existence l'hygrométricité, la propriété de se combiner et celle de se décomposer, offertes par toute matière organisée; le développement repose sur la nutrition, sur les mêmes propriétés physiques et chimiques et sur celle d'extensibilité; la reproduction, sur toutes les propriétés précédentes et sur la divisibilité de la matière. La contractilité a pour condition d'existence la rétractilité et l'extensibilité. Enfin, la névrilité suppose la transmissibilité moléculaire des mouvements, telle que celle du choc dans les solides ou les liquides et celle des états électriques nous en fournissent des exemples en physique.

Aprés l'immanence des propriétés à leur *substratum*, ce qu'il y a de plus important à déterminer c'est que les uns ont les autres pour condition d'existence. Il en résulte que lorsque l'un des actes est modifié, il faut pouvoir remonter successivement, si l'on peut dire ainsi, de l'un à l'autre, soit du plus simple au plus compliqué, soit du plus complexe au plus simple, puis des propriétés élémentaires d'ordre organique aux propriétés physiques et chimiques auxquelles sont soumises les

manifestations des précédentes. Il faut de plus passer de l'examen de ces propriétés à celui de l'état de la matière organisée qui en est douée, et de ce dernier même à celui des conditions extérieures dans lesquelles elle se trouve. C'est là ce qu'on nomme remonter à la cause des phénomènes biologiques. Mais dans les études de ce genre il ne suffit pas de se borner à l'étude du phénomène le plus apparent ou le plus modifié, s'il s'agit d'un cas accidentel, car ce qu'il y a de plus frappant n'est souvent qu'un effet, qu'une résultante d'une *dysharmonie* d'action. La dysharmonie entre les actes élémentaires, qui résulte de l'absence de solidarité amenée par le trouble de l'une d'entre elles, entraîne en effet des perturbations dont la nature réelle est insaisisable tant que les conditions de cette solidarité restent indéterminées. Or, cette solidarité entre toutes les parties constituantes d'une part, entre tous les actes de l'autre, est le problème fondamental de la biologie.

PREMIÈRE SECTION

DES PROPRIÉTÉS VÉGÉTATIVES DES CELLULES.

En fait, la manifestation des propriétés végétaives (p. 164) est simultanée dans l'organisme agissant; mais, comme pour les étudier il faut les examiner successivement, l'ordre le plus naturel est celui dans lequel on commence par la propriété la plus simple, la plus générale et la plus indépendante de toutes, pour arriver graduellement à la plus compliquée, la plus spéciale et qui est le plus sous la dépendance des autres. Nutrition (1), développement, puis naissance et reproduction, tel est,

(1) Le mot *nutrition* (*nutritio, nutricatio*) est très-ancien. Jusqu'au commencement de ce siècle, il a généralement eu le sens dans lequel il est pris ici. « *Nutritio* est Actio naturalis quâ intercedentibus variis alterationibus subordinatis et segregationibus, beneficio caloris vitalis, succus nutricius partibus corporis universis ac singulis oblatus in substantiam nutriendi convertitur, et ita, quod antea deperditum est, reparatur » (Charlton, *Exercitationes physico-medicæ, sive œconomia animalis novis in medicinâ hypothesibus superstructa et mecanice explicata*. Londini, 1658, in-12, exercitatio I, § II). « *Nutritio* est continue effluentis materiæ redintegratio » (Castelli, *Lexicum medicum*. Genevæ,

par suite, l'ordre dans lequel doivent être étudiées les propriétés d'ordre organique dites végétatives.

Il semble qu'on devrait commencer par l'étude de la naissance, pour examiner ensuite les phénomènes du développement, et terminer enfin par celle de la propriété de nutrilité. C'est, en effet, l'ordre dans lequel ces propriétés se manifestent sur chaque élément anatomique observé individuellement. Il naît d'abord, puis se développe et se nourrit (1). Si cet ordre peut être suivi lorsqu'il s'agit de chaque espèce d'élément en particulier, il n'en est pas ainsi dans l'étude des actes eux-mêmes, c'est-à-dire des propriétés de la matière, non point brute, mais organisée. En effet, si l'élément anatomique ne se nourrit qu'après être né, on ne le voit jamais naître hors d'un individu vivant, aux dépens de matériaux qui ne vivent pas. Il naît, soit aux dépens d'autres cellules d'une manière directe, soit spontanément, mais toujours au sein d'une matière qui se nourrit. La nutrition est donc une condition de la naissance des éléments anatomiques, condition tellement nécessaire que cette dernière ne peut être étudiée si l'on ne connaît la première.

1746, in-4, art. NUTRITIO, p. 530). Le sens adopté dans ce livre est celui dans lequel Buffon et Haller l'avaient pris, mais avec plus de précision et d'exactitude encore (Haller, *Elementa physiologiæ*. Lausannæ, 1766, t. VIII, pars II, lib. XXX, sectio 2, Status hominis et nutritio, p. 48 et suiv.). Cependant quelques auteurs, Charlton en particulier, confondaient la nutrition avec la génération. « *Nutritio* nihil aliud quàm singulis momentis renovata generatio. » Cette erreur a souvent été commise depuis. Buffon (*Histoire naturelle des animaux*. Paris, 1749, in-4, t. II, p. 18 et suiv., 41-48), distingue nettement la *nutrition, le développement et la reproduction* comme propriétés essentielles des êtres organisés et dominant tous les autres actes. Depuis lors on a peu ajouté à ce qu'il dit de la nature élémentaire de ces actes et de leur subordination. Le sens du mot nutrition, ou pénétration avec incorporation intime de matière venue du dehors dans celle de l'être vivant, suivie d'une expulsion continue de ce qui est devenu superflu, n'a que rarement été aussi exactement saisi. Bien que Bichat ait très-clairement distingué le *double mouvement* qui caractérise la nutrition (*Anatomie générale*, 1801, §§ III, IV et VIII), au lieu de la ranger dans les propriétés d'ordre organique ou vital, que le premier il avait distinguées des fonctions, il l'a classée parmi les fonctions (§ VIII). Cette erreur a été généralement copiée depuis, et a été la source de nombreuses confusions (voy. Ch. Robin, *Tableaux d'anatomie*. Paris, 1850, in-4. Avertissement). Beaucoup d'auteurs ont également considéré la nutrition comme une sécrétion, tandis que le premier de ces actes est la condition d'existence du second. Cette confusion, qui est des plus singulières est aussi des plus contraires à l'exacte interprétation des autres actes de l'économie, tant à l'état normal qu'à l'état pathologique.

(1) Voy. Aug. Comte, *Philosophie positive*. Paris, 1re édit., 1838, in-8°, et 3e édit., t. III, *Biologie*.

En second lieu, le développement reconnaît pour condition d'existence une prédominance de l'acte d'assimilation, qui est l'un des côtés de la nutrition, sur l'autre acte, dit de désassimilation, qui lorsqu'il prédomine sur le premier, entraîne l'atrophie ou évolution en sens inverse du premier, soit normale, soit pathologique. Le développement est donc subordonné à la nutrition par laquelle s'accomplit l'apport des matériaux sans l'assimilation desquels n'a pas lieu l'augmentation de dimensions et les changements intimes qui caractérisent le développement. L'étude de la propriété de nutrilité doit donc être faite avant d'aborder celle de la propriété d'évolutilité, sans quoi celle-ci reste incompréhensible. Elle doit en un mot être faite la première et précéder celle de la naissance, comme celle du développement.

Nous venons de voir que l'étude de la nutrition doit logiquement précéder celle des deux autres propriétés végétatives sans lesquelles toutes deux restent incompréhensibles. Il semble d'abord, que tout au moins l'étude de la natalité doit précéder celle de l'évolutilité. Mais, d'une part, le développement suit d'une manière si immédiate la naissance des éléments anatomiques qu'en adoptant cette marche on se trouve involontairement conduit à confondre la naissance avec l'évolution, c'est-à-dire deux choses essentiellement différentes. Cette grave erreur est même si fréquemment commise que presque partout le mot *développement* est pris comme synonyme de reproduction. Il ya une raison plus importante encore qui doit faire étudier la propriété du développement avant celle de la reproduction. C'est que : 1° les éléments anatomiques qui en reproduisent d'autres directement, aux dépens de leur propre substance, ne le font qu'autant qu'ils ont atteint un certain développement, parcouru certaines périodes d'évolution dont le phénomène de reproduction marque en quelque sorte une phase extrême ; or, celle-ci serait incompréhensible si les phénomènes antérieurs de développement n'étaient déjà connus ; 2° c'est qu'enfin, les éléments qui naissent spontanément, de toutes pièces, entre d'autres éléments, à l'aide et aux dépens d'un blastème fourni par ceux-ci, ne se produisent qu'autant que ces derniers ont déjà un certain développement. Celui-ci

doit donc être connu si l'on veut pouvoir se rendre compte de la manière dont ce degré d'évolution devient la condition de la genèse d'éléments semblables ou analogues (1).

Ainsi nutrilité, évolutilité et natalité des éléments anatomiques, tel est l'ordre logique dans lequel doivent être étudiées leurs propriétés.

Néanmoins, pour lier l'exposé anatomique composant les deux premières parties de ce livre aux données physiologiques dont il va être question, l'étude de ces trois propriétés de la vie végétative sera faite ici dans l'ordre inverse de l'énumération qui précède.

CHAPITRE PREMIER

GÉNÉRATION DES CELLULES ET DÉTERMINATION DE LA NATURE DE LEURS PARTIES.

Pour les anciens, les mots naissance (voy. p. 164), *nativitas*, *generatio*, *genesis*, signifiaient entre autres choses : *Ortus rerum naturalium ex præexistente materia*. Le mot *formatio* n'avait pas le même sens, il s'appliquait au fait de donner une forme à un objet ou à celui de l'acquisition d'une forme comme résultat de la procréation, et c'est dans ce sens qu'on disait *formatio fœtus* (2). Les expressions *naissance*, *génération* et *reproduction* ont généralement été adoptées pour désigner le phénomène dont il est ici question, même en parlant des éléments anatomiques, comme par exemple dans les phrases suivantes : « Ce n'est pas par l'alliance d'utricules d'abord libres que le tissu cellulaire des plantes se produit, mais par la *force génératrice* d'un premier utricule, qui en *engendre* d'autres doués de la *même propriété* » (Mirbel) (3) ; et encore : « l'en-

(1) Voy. Ch. Robin, *Sur la substance organisée et l'état d'organisation* (Journ. de physiol.; Paris, 1862, in-8, p. 501); *Note sur la manière de déterminer si une substance d'origine organique doit être considérée comme substance organisée* (Ibid., 1868, p. 5) et *Mémoire sur les divers modes de la naissance de la substance organisée en général, et des éléments anatomiques en particulier* (Journ. d'anat. et de physiol.; Paris, 1864, in-8, t. I, p. 26).

(2) Castelli, *loc. cit.*, 1746.

(3) Mirbel, *Recherches anatomiques et physiologiques sur le* Marchantia polymorpha. Paris, 1831, in-4, p. 13.

semble de faits tend à prouver que cet abondant résidu (de *cambium* des plantes), élaboré derechef et devenu soluble par l'effet de procédés chimiques qui nous sont inconnus, se rend où l'appellent les besoins de la végétation et sert à la fois à la *création*, à la *génération* de nouveaux utricules et à la *nutrition* des anciens » (Mirbel) (1). Depuis Schleiden (2) et Schwann (3), ces expressions ont été remplacées par celle de *formation* de cellules (*Zellenbildung*). Mais c'est à tort, et cet exemple ne doit pas être suivi, car les mots *formation* et *naissance* désignent deux phénomènes très-différents. Le premier sert à faire connaître qu'on obtient et qu'on peut obtenir quelque *composé chimique*, qui n'existait pas l'instant d'avant ; ou bien il désigne le fait chimique de combinaison ou de décomposition, soit directe, soit indirecte, qui a pour résultat la formation d'un composé chimique. Il s'applique, comme on voit, aux *corps bruts*, ou à l'un de leurs phénomènes, mais non aux corps vivants. La *naissance* est ce fait que caractérise la production, dans un être vivant (c'est-à-dire se nourrissant), à l'aide de principes immédiats variés, d'un élément anatomique, noyau, cellule, etc., qui, dès leur apparition, offrent une structure et un volume déterminés différents selon les individus ; qui naissent ayant de prime abord certaines dimensions, et qui peuvent ensuite se développer ou rester tels, plus ou moins longtemps, à moins qu'ils ne s'atrophient et ne soient résorbés. Dès la naissance, la substance des éléments anatomiques est vivante elle-même, participe aux actes de rénovation moléculaire de l'être dans lequel elle est née. Le terme *naissance*, dans le sens le plus général, en un mot, ne s'applique qu'au fait de l'apparition des *corps organisés* en un point où ils n'existaient pas, et le terme *formation* n'est applicable qu'au fait de l'apparition d'une ou de plusieurs espèces de corps bruts, de composés chimiques.

On observe la naissance des cellules dans deux ordres de conditions qu'il faut bien distinguer :

(1) Mirbel, *Nouvelles notes sur le* cambium, lues à l'Académie des sciences, le 29 avril 1839 (Mém. de l'Acad. des sc. Paris, in-4, t. XVIII, p. 19).

(2) Schleiden, *Beiträge zur Phytogenesis* (Archiv für Anat. und Physiologie. Berlin, 1838, in-8, p. 138 et suiv.).

(3) Schwann, *loc. cit.*, 183, p. 1958.

1° Dans l'*ovule* fécondé, devenu par là un individu nouveau: c'est cet ovule qui en fournit les matériaux ou mieux les principes immédiats, c'est à l'aide et aux dépens du *vitellus* qu'ils naissent;

2° Dans le *corps de l'être déjà formé*, soit encore à l'état d'embryon, ou à l'état fœtal, soit devenu adulte. C'est par la naissance des éléments anatomiques dans l'ovule qu'a lieu la génération de l'organisme; c'est par la naissance des éléments anatomiques dans l'être dérivant de l'ovule, combinée avec le développement de tous ces éléments, qu'a lieu l'accroissement de l'organisme entier.

Que l'on se figure, au moment de la fécondation, un ovule composé de son vitellus que protége la membrane vitelline; représentez-vous, d'autre part, le *jeune* au moment de sa naissance ou la graine au moment de sa maturité. Cet être est composé d'éléments anatomiques bien constitués, et pourtant rien de visible n'est entré dans cet organisme, nul élément anatomique n'y a pénétré du dehors et tout formé; ce n'est que molécule à molécule que sont arrivés à l'ovule au travers de ses membranes d'enveloppe des principes immédiats nutritifs venus de la mère, ou du dehors si l'être est ovipare.

Puisque dans cet être nul élément n'est entré de toutes pièces et préformé, et que pourtant le fœtus a grandi beaucoup, ne faisant que dilater ses enveloppes sans en sortir, tout est donc né dans l'œuf : 1° soit directement à l'aide et aux dépens du vitellus dont la substance s'individualise en cellules diverses; 2° soit par génération de toutes pièces à l'aide de principes immédiats entrés molécule à molécule et provenant du dehors.

Lorsque l'être quitte ses parents, ou sort de ses enveloppes, il est bien plus grand que l'ovule dont il dérive, et dans lequel rien n'a pénétré qu'à l'état fluide, par endosmose; donc tous les éléments n'ont pu dériver du vitellus même.

Une fois la substance du vitellus épuisée, il a dû naître des éléments à l'aide d'autres matériaux; donc au mode de provenance des cellules à l'aide et aux dépens de la substance du vitellus directement, quel que soit son accroissement propre, a dû succéder un autre mode de naissance différent du premier. C'est là en effet ce que l'on observe.

Ces phénomènes, du reste, ne se suivent pas avec des alternatives de brusque cessation de l'un et de subite apparition de l'autre (1).

L'organisme étant composé d'éléments anatomiques, on voit que sa naissance est caractérisée par une génération d'éléments anatomiques. C'est ainsi que l'apparition de ceux-ci et celle de l'être nouveau se confondent en un point ; c'est ainsi que dans les actes élémentaires de l'économie, nous trouvons à l'état d'ébauche et de simplicité la plus grande et la plus facile à saisir, les phénomènes les plus complexes qu'il faut étudier à l'autre extrémité de la physiologie ; c'est ainsi enfin que dans l'examen des phénomènes de naissance des éléments anatomiques, il faut répéter un certain nombre des faits qui concernent l'origine de l'embryon ; ou en sens inverse, en traitant de ce dernier phénomène, on est conduit à reproduire certaines des

(1) La *naissance*, y compris la *reproduction* et la *régénération* ne saurait être confondue sans erreur grave avec la *rénovation moléculaire continue* ou *nutrition* ; définir celle-ci par la première comme on l'a fait si souvent depuis Harvey et Leibnitz (Voy. *Nouvelles lettres et opuscules inédits de Leibnitz* ; Paris, 1857, in-8, *Introduction*, par M. Foucher de Careil, p. LXXVI et suivantes et p. 412-435) n'est qu'une manière de reculer une difficulté faute de pouvoir la résoudre. Dans la nutrition, les éléments anatomiques sans cesser d'être les mêmes individuellement, sans disparaître de l'économie, sont le siége d'un remplacement matériel, molécule à molécule, de la matière devenue inapte à servir davantage et qui se désassimile ; remplacement qui est opéré par des principes immédiats qui n'ont pas encore été utilisés. Dans la génération, c'est l'apparition de substance organisée, amorphe ou à l'état d'éléments anatomiques figurés qui n'existait pas, ou qui ayant existé n'existe accidentellement plus (comme dans le cas de la *régénération* ou cicatrisation). Si ces deux phénomènes n'en faisaient qu'un, l'économie durerait toujours, car, dans le cas où la nutrition serait réellement une *génération continue*, il y aurait remplacement incessant de toutes pièces, par *néogenèse* de parties n'ayant pas encore servi ; ou bien en cas d'identité de celle-ci avec la nutrition, ces parties supposées préexistantes et apparues on ne sait comment, ne feraient que renouveler leurs principes immédiats, sans qu'il y eût possibilité de *régénération* des parties enlevées (comme dans le cas de la cicatrisation des brûlures, etc.), autrement que par allongement des éléments restants, ce qui n'est pas. La nutrition seule exprime réellement dans l'économie ce que Leibnitz entend sous le nom de *loi de continuité*, et cela par la série de phénomènes rigoureusement de même ordre qu'elle représente tant que persistent certaines conditions de composition immédiate de la substance organisée et relatives aux circonstances extérieures à cette dernière. Le développement qui fait suite en quelque sorte à la nutrition présente à un moment donné un temps d'arrêt qui interrompt cette continuité ; si la naissance par *reproduction* n'a lieu que lorsqu'un certain degré du développement des éléments qui se reproduisent est atteint, elle interrompt cette continuité du développement par son fait même ; quant à la naissance par genèse elle n'est en rien continue à la nutrition des éléments qui précèdent ceux dont l'apparition a lieu à un moment donné.

données relatives à la génération des cellules. Mais ce n'est pas là une répétition, c'est un rappel de faits déjà connus sur lesquels on s'appuie.

ARTICLE PREMIER. — DE LA GENÈSE DU NOYAU VITELLIN.

On sait que la *vésicule germinative* n'est autre que le noyau de la cellule par laquelle débute l'évolution première de l'ovule dans l'ovisac ou dans les tubes ovariens ; ce noyau, devenu vésiculeux, disparaît spontanément par rupture ou par liquéfaction de sa paroi, lorsque cette évolution de l'œuf en tant qu'élément anatomique est achevée, lorsque celui-ci est devenu un organe distinct, séparable du lieu où il est né et apte à subir une évolution individuelle propre. Cette disparition, à tort mise en doute par quelques auteurs, est le signe même par lequel se manifeste cette aptitude, dite *maturité de l'œuf*. C'est avant et non après la fécondation qu'elle s'accomplit.

Une fois survenue, que la fécondation ait eu lieu ou non, les globules polaires se produisent, mais rien de plus ne survient. Si, au contraire, les spermatozoïdes ont pénétré dans l'œuf, et ont en se liquéfiant mélangé leur substance, qui est celle du mâle, au vitellus qui est formé par de la substance de la femelle, celui-ci, devenu ainsi différent de l'ovule proprement dit, présente une série de phénomènes ultérieurs.

Parmi eux comptent d'abord les changements dans la constitution intime et le groupement des granules du vitellus et la production de son noyau central ou *noyau vitellin*. Le noyau vitellin n'apparaît que dans l'ovule fécondé, plusieurs heures après la disparition de la *vésicule germinative*, c'est-à-dire du noyau de la cellule que l'ovule représentait avant son état de maturité.

Ces deux faits de disparition de l'un de ces noyaux suivi après la fécondation de l'apparition d'un autre, caractérisent nettement la succession directe d'une individualité nouvelle, à une autre, représentée jusque-là seulement par un élément anatomique plus ou moins développé en un organe premier particulier (1).

(1) Ch. Robin, *Mémoire sur les phénomènes qui se passent dans l'ovule avant la segmentation* (Journ. de physiol. Paris, 1862, p. 67) ; *Sur la production du*

La génération du noyau vitellin a lieu de la manière suivante :

Un quart d'heure ou vingt minutes après l'achèvement du troisième globule polaire, on peut, bien qu'avec difficulté, saisir au milieu de la partie centrale du vitellus, devenue plus foncée, un petit espace clair circulaire, large d'un centième de millimètre environ. Il se dessine de mieux en mieux et atteint une largeur de cinq centièmes de millimètre environ au bout d'une heure environ; ses contours deviennent peu à peu saisissables par demi-transparence, bien que parfois avec quelque difficulté.

On peut alors constater qu'il s'agit là d'un corps solide, bien que facile à aplatir et isolable de la subance ambiante qui est moins consistante que lui. Il n'est pas vésiculeux comme la vésicule germinative; il est albuminoïde et non graisseux. Quelques heures après, un *nucléole* se produit (quoique non toujours) de la même manière dans son centre. Plus tard, ce noyau, en se divisant avec le vitellus même, forme les noyaux des cellules blastodermiques, qui, ainsi qu'on le voit, ne sauraient être regardés comme dérivant de la vésicule germinative. En naissant de toutes pièces, molécule à molécule (voy. p. 15), longtemps après la disparition complète de la vésicule germinative, il ne représente plus, quand il existe, le noyau de l'ovule,

noyau vitellin (Ibid., 1862, p. 309). Depuis le moment où de l'état de *cellule* l'ovule, organe premier unicellulaire spécial, doué d'une vie indépendante, est arrivé à maturité, jusqu'à celle où débutent les phénomènes de la segmentation, dont le résultat final est la production du blastoderme, il est le siége de phénomènes physiologiques assez nombreux. Ce sont : 1° Le retrait du vitellus, c'est-à-dire sa diminution de volume amenant son écartement de la membrane vitelline, avec ou sans agrandissement de celle-ci en même temps; 2° la pénétration des spermatozoïdes et la fécondation; 3° les changements survenant dans la structure intime du vitellus après la fécondation et avant la segmentation, changements très-marqués dans divers Mollusques et dont l'accomplissement indique d'une manière certaine l'existence d'une active rénovation moléculaire continue ou nutritive de leur substance; 4° les mouvements propres et la déformation du vitellus que causent ceux-ci, se continuant pendant la durée des phénomènes suivants; ils ont lieu même pendant la segmentation, sur les sphères ou globes vitellins dont celle-ci amène la production; ces mouvements sont très-différents des diverses sortes de gyration de l'embryon dans l'œuf; 5° la production des globules polaires (il en sera question plus loin); 6° la genèse du noyau vitellin qui précède immédiatement le début de la segmentation; genèse qui se rattache aux changements de structure intime (3°) du vitellus après la fécondation et qui marque la fin de ces divers phénomènes. La connaissance de ceux-ci est importante, parce que l'accomplissement de chacun d'eux est la condition nécessaire de l'effectuation du suivant.

mais bien celui du vitellus qui, par la fécondation, vient d'acquérir les qualités d'un nouvel être embryonnaire; qui vient d'acquérir une indépendance qui lui est propre, une indépendance par rapport à la membrane vitelline en particulier, dont auparavant il était solidaire.

Notons ici que cette acquisition d'une individualité nouvelle consécutive à la fécondation est précisément manifestée par un phénomène de *genèse*, celle du *noyau vitellin* avec ou sans génération consécutive de son nucléole. C'est là une véritable génération spontanée, mais elle a lieu seulement dans un milieu formé de substance organisée en voie de nutrition, ou rénovation moléculaire continue, et non dans un milieu minéral naturel ou artificiel; c'est là ce qui la distingue de l'*hétérogénie*, qui, quelles que soient les très-grandes probabilités en sa faveur, n'est pas encore appuyée, sous ce rapport, sur des preuves expérimentales absolument péremptoires.

Les faits de génération de ce genre, concernant les noyaux spécialement, sont aujourd'hui nombreux dans la science et ne sont plus mis en doute par les bons observateurs (1). Bien que je les aie décrits depuis 1852 et 1855, à propos de la production des cellules épithéliales, ils n'ont été acceptés, en ce qui touche la physiologie animale, que depuis l'époque où ils ont été constatés chez les Hirudinées, les Mollusques, les Culicides et les Muscides, tant dans le vitellus ou à sa surface, que dans les globules polaires et dans les cellules claires produites par gemmation, puis segmentation, à la surface des premières sphères vitellines, lors de la formation du blastoderme des Gastéropodes, des Clepsines et des Glossiphonies (2). Ces faits ont été confirmés d'abord par Weissman sur les Muscides (3) et par d'autres ensuite.

Cette genèse d'un noyau dans un corps cellulaire en ayant manqué jusque-là, se constate d'une manière très-évidente

(1) Voy. Kölliker, *Histologie humaine*, trad. franç., de la 5e édit. Paris, 1868, p. 15 et 34.

(2) Ch. Robin, *loc. cit.*, 1862, p. 311 et 318; *Sur la production du blastoderme chez les articulés* (Ibid., 1862, p. 365 et 270); *Production des petits globes vitellins qui forment le blastoderme des mollusques*, etc. (Journ. d'anat. et de physiol., 1865, p. 256). Voyez ci-après le chapitre sur la segmentation.

(3) Weissmann, *Entwicklung der Musciden* (Zeitsch. für wissenschaft. Zoologie, 1864, in-8, p. 187).

encore dans les animaux unicellulaires, aussi bien que dans le vitellus ; elle constitue un fait commun, non par le nombre des cellules qui le présentent sur un même individu, mais par celui des espèces animales, depuis les plus simples jusqu'à l'homme, qui en offrent des exemples sur telle ou telle des sortes de cellules qui les constituent. C'est ainsi qu'on peut suivre les phases de la naissance d'un noyau sur divers infusoires, et en particulier durant la période du premier développement des Grégarines, où cette genèse leur fait perdre l'état de cellule sans noyau ni paroi cellulaire (*phase monérienne*. E. Van Beneden, 1871 et 1872). A un autre point de vue, il suffit d'avoir constaté les différences de réactions chimiques entre le noyau, dès son apparition, et le reste du corps de la cellule, au contact de l'acide acétique d'une part, de la potasse, de l'ammoniaque, du carmin, etc., d'autre part, pour reconnaître qu'il y a dans le fait de la production du noyau bien autre chose qu'un simple *épaississement*, *durcissement* ou *condensation* de la substance cellulaire, comme le veulent admettre quelques auteurs ; il y a manifestement au delà toute la série des actes moléculaires dont nous avons parlé page 15 (1).

Depuis longtemps, du reste, des phénomènes de genèse tout à fait semblables aux précédents ont été décrits dans les plantes par Ch. Müller, Hofmeister (2), Tulasne, etc.

De la génération du noyau des cellules végétales. — Avant la fécondation des plantes, le noyau (quand il existe) que renferme quelquefois le *sac embryonnaire* ou *ovule végétal*, disparaît. Avant la fécondation aussi, soit avant, pendant ou après la disparition de ce noyau, il naît dans ce sac des noyaux libres,

(1) De ce que certaines cellules comme les globules polaires, certaines cellules blastodermiques et protozoaires de divers mollusques et insectes, celles de quelques rayonnés commencent par être : 1° une masse sphéroïdale ou sphérique sans noyau ni paroi, 2° dans laquelle souvent se forme ensuite un noyau, et qui 3° est entourée plus tard d'une paroi cellulaire réelle, dans quelques-unes du moins, il faut se garder d'adopter l'hypothèse de ceux qui, considérant comme général ce fait restreint aux circonstances rappelées ici, supposent que toute cellule est une *masse de protoplasma* qui offre successivement ces transitions du simple au composé. C'est ce que montrent les données qui vont être exposées touchant l'individualisation des cellules.

(2) Wilhem Hofmeister, *Die Enstehung des Embryo; eine Reihe mikroskopischer Untersuchungen*, in-4. Leipzig, 1849. — Ch. Müller, *Ann. des sc. nat.*, Botanique, 1848. — Tulasne, *ibid.*, 1849.

qui sont rarement moins de trois. Ces noyaux se placent principalement à l'extrémité supérieure ou micropylaire du sac ou ovule ; il s'en place aussi ordinairement à l'extrémité opposée ou *chalazique*. Autour de ces noyaux s'accumulent des granulations, dont chaque amas périnucléaire est séparé de l'amas voisin par un espace ou sillon plus clair, plus transparent que le reste, parce que cet espace est plus dépourvu de granules moléculaires. La substance liquide qui maintient réunies les granulations les unes aux autres et autour du noyau devient un peu plus dense à la périphérie qu'au centre, et amène ainsi la formation de véritables cellules qui sont sphériques et libres. Parmi ces cellules, les trois qui, en général, se placent à l'extrémité micropylaire du sac embryonnaire ou ovule, sont appelées *vésicules embryonnaires*, parce que l'une d'elles devient le point de départ de la génération des cellules qui formeront l'embryon.

La genèse de noyaux dans diverses sortes de cellules des phanérogames et des cryptogames, précédant la segmentation de leur contenu et s'accomplissant comme il vient d'être dit, a été décrite trop souvent pour qu'il soit possible de citer ici tous les observateurs qui l'ont vue. Il en est encore de même pour ce qui concerne la formation libre de cellules véritables, à contenu coloré ou non, ayant lieu dans d'autres cellules à l'aide et aux dépens de leur contenu ou protoplasma (1).

Ainsi, quoi qu'on puisse supposer, d'après telle ou telle hypothèse, que ce soit le fait de la genèse intra-cellulaire des noyaux surtout et même les cellules, ne saurait être mise en doute aujourd'hui, et toutes les phases peuvent en être aisément suivies, que ce fait ait lieu dans d'autres éléments anatomiques ou qu'il soit extra-cellulaire.

Tous ces faits concernant la genèse des éléments anatomiques, sont de même ordre que ceux qui, les confirmant en tous points, ont été constatés par M. Trécul (2). A part les différences qui séparent les conditions dans lesquelles s'accomplit le phénomène, il n'y a pas de dissemblance essentielle, d'une

(1) Voy. Trécul, *Des formations vésiculaires dans les cellules végétales* (Ann. des sc. nat., Botanique, 1858, t. X).

(2) Trécul, *Compt. rend. des séances de l'Acad. des sciences*, 1865, t. LXXI, p. 432.

part, entre la *genèse* de noyaux, de cellules, etc., soit dans la cavité d'autres cellules, soit dans les interstices d'éléments divers, et, d'autre part, l'apparition de végétaux microscopiques dans des *cellules fermées* de la moelle, du liber, etc., et, dans les *méats intercellulaires*, sur des fragments de plantes placées dans certaines conditions de fermentation; *corps vivants* appelés Amylobacter (Nylander; Trécul) *de nature très-différente des cellules dans le contenu ou dans les interstices desquelles ils sont nés*. Ces plantules sont remarquables par la constance avec laquelle elles offrent des formes de *têtard*, de fuseau ou de cylindre lorsque les conditions dans lesquelles elles apparaissent sont semblables, puis par les différences constantes qu'offre en même temps leur constitution intime d'une de ces formes à l'autre. Comme pour les éléments anatomiques proprement dits des tissus, on peut suivre toutes les phases de leur apparition, jusqu'à leur entier développement, dans le contenu parfaitement homogène de cellules occupant leur siége naturel au milieu des autres dans tels ou tels tissus.

La question seule de l'existence de la genèse *extra* ou *intra-cellulaire*, pourrait être discutée; mais nous avons vu que dès l'instant où celle-ci s'accomplit au sein de la substance organisée en voie de nutrition, le fait est le même que lorsqu'il se passe dans la substance organisée intracellulaire (1).

(1) Le mode de naissance dit de *genèse*, opposé aux phénomènes d'*individualisation* et de *reproduction* par segmentation, scission ou cloisonnement, est celui que Mirbel a décrit dans les plantes et a nommé *génération interutriculaire* (*Recherches anatomiques et physiologiques sur le* Marchantia polymorpha. Paris, 1831-32, in-4, p. 30, 31 et 33; et surtout *Nouvelles notes sur le Cambium*, (dans Compt. rend. des séanc. de l'Acad. des sc. Paris, 1839, in-4, t. VIII, p. 646-647, et Mém. de l'Acad. des sc. de Paris, t. VIII, p. 4, et 50 à 53 du tirage à part, pl. V, fig. 25, 26, 27 et 29; pl. VI, fig. 31 à 36), sous le nom de *formation libre des cellules* dans les régions où abonde le *cambium*. Il a été appelé *naissance* ou *formation isolée des éléments des tissus* (nach Gesetze der isolirten Entstehung), par Valentin (art. GEWEBE, dans *Handwörterbuch des Physiologie*, von R. Wagner, Braunschweig, 1852, in-8, t. I, p. 632), *Formation libre des cellules* (freie Zellbidlung), par Hugo Mohl (art. VEGETABILISCHE ZELLE, dans *Handwörterbuch der Physiologie* von R. Wagner. Braunschweig, t. IV, 1re livraison, parue en 1840, in-8, p. 118). Depuis lors, ces dénominations ont été adoptées par la plupart des anatomistes. Du reste, en ce qui concerne les cellules animales, Schwann (*loc. cit.*, 1838, p. 196-201), sans donner de nom à ce mode de naissance, l'avait considérée comme le plus habituel. Il a encore été nommé *formation, génération spontanée* ou de *toutes pièces des éléments* ou par *substitution* (Ch. Robin, *Sur le développement des spermatozoïdes des*

ARTICLE II. — DE LA GENÈSE DES CELLULES EN GÉNÉRAL.

Pour se rendre exactement compte de l'importance des faits qui viennent d'être mentionnés et de la nature de ceux qui seront traités par la suite, il importe de se reporter à ce qui a déjà été dit sur ce sujet, pages 13 à 16.

Ces données, jointes à celles que renferme l'article précédent, montrent que la *génération spontanée* des éléments anatomiques est un fait constant, en ce qu'elle consiste en une apparition de particules formées de substance organisée, alors qu'elles n'existaient pas là quelques instants auparavant; mais on voit aussi que par les conditions dans lesquelles a lieu cette apparition, aujourd'hui bien connues, elle est nettement distincte de ce qui touche au fait de la génération d'êtres dans des milieux cosmologiques, ou non organisés (*hétérogénie*).

Que le phénomène se passe dans l'intérieur d'une cellule, à l'aide et aux dépens de son contenu pouvant jouer le rôle de blastème (1), ainsi qu'on en voit de fréquents exemples sur

cellules et des éléments anatomiques des tissus végétaux et des animaux, dans l'Institut. Paris, 1848, in-4, vol. XVI, p. 214 et Extrait des procès-verbaux de la Société philomatique. Paris, 1848, in-8, p. 52 et 93). Il a aussi été appelé *formation et développement spontané des cellules* (Kölliker, *Éléments d'histologie humaine*, trad. franç. Paris, 1856, in-8, p. 20).

(1) Nous avons vu, p. 13, ce qu'on entend par le terme *blastème*. Pour éviter toute confusion, il faut rappeler que ce mot est dû à de Mirbel (1815), qui désignait ainsi dans l'embryon végétal la partie représentée par tout ce qui n'est pas cotylédon, savoir : tigelle, gemmule et radicule. Wallroth (1832) l'a ensuite employé pour désigner le *thalle* des Lichens. Burdach (*Physiologie*. Paris, 1838, trad. française, t. III, p. 371) semble être le premier qui s'en soit servi en physiologie et en anatomie animale. Il appelle *blastème* ou masse organique primordiale, la *masse molle qui tient le milieu entre les solides et les liquides, dont le liquide semble être la partie à proprement parler primitive, dans laquelle se multiplient des granulations, jusqu'à ce qu'enfin on y voie apparaître une configuration organique embryonnaire*. Depuis lors il a été employé dans le sens que je viens d'indiquer, mais cependant d'une manière plus ou moins vague, selon les idées de chaque auteur touchant le mode de naissance des éléments anatomiques, etc. Gerber surtout en a usé dans le sens qui lui est donné ici (*Handbuch der allgemeinen Anatomie*; Bern, 1840, in-8°, p. 16) sous le nom de *substance de formation* (Bildungstoff), *substance embryonnaire* (Keimstoff), et de *blastème* que produisent les liquides du sang et de la lymphe. Dans les écrits de beaucoup d'embryogénistes anciens et même modernes, on trouve souvent l'expression de *blastème général* et celle d'*amas de blastème granuleux* pour désigner particulièrement l'aspect sous lequel se présente tel ou tel organe au moment de son apparition embryonnaire. En

les plantes (1), et parfois chez les animaux pour les leucocytes, etc. (2), pour le noyau vitellin (p. 178), qu'il entre des éléments à l'aide du blastème proprement dit : le lieu seul est changé mais non les conditions, ni les caractères essentiels de la genèse. Que l'apparition des éléments soit *endogène* ou extra-cellulaire, les faits restent les mêmes et rien n'est changé dans ce problème. Il est donc certain que des éléments naissent hors de l'épaisseur d'autres éléments sans dériver généalogiquement et directement de la substance même de ceux qui les entourent. Ce phénomène est des plus évidents en ce qui concerne la genèse de la substance des parois propres des parenchymes glandulaires et non glandulaires consécutives sur l'embryon à la production des involutions épithéliales ori-

fait, la première de ces formules désigne le tissu embryoplastique ou le tissu lamineux encore mou, demi-transparent, riche en substance amorphe interposée à ses éléments. La seconde de ces expressions désigne l'amas d'éléments anatomiques propres au tissu de l'organe examiné, formant une masse plus foncée que les parties ambiantes, mais vus à un trop faible grossissement pour être bien distingués et déterminés par l'observateur. Les blastèmes ont été appelés *mucus matricalis* par les auteurs latins; substance intercellulaire ou cytoblastème, de κυτος, cavité, corps, cellule, et βλάστημα, production, par Schwann (*Mikroskop. Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen;* Berlin, 1838, in-8°, p. 67); *exsudat primitif* ou plastique, par Valentin (Valentin, *Repertorium für Anat. und Physiologie;* Berlin, 1836, in-8°, t. I, p. 138); *éducte primitif*, par Bock (Bock, *Lehrbuch der pathologischen Anatomie.* Berlin, 1852, in-8°, p. 110). Le terme *exsudat* est un mot dont le sens est moins bien déterminé que celui de *blastème;* exsudat indique tout ce qui sort des vaisseaux capillaires sans désignation d'espèce concernant ce qui sort; il sert à indiquer le résultat du phénomène dit *exsudation.* Il représente ainsi, à la fois, les produits sécrétés normalement ou pathologiquement par les glandes, les séreuses et les muqueuses, aussi bien que la fibrine exsudée dans le croup, ou à la surface des séreuses enflammées, mais ne servant ni dans un cas ni dans l'autre à la génération des éléments anatomiques. C'est, par conséquent, à tort que le mot *exsudat* a été employé quelquefois dans le sens de *blastème*, ou *vice versa.* Tous les blastèmes sont des *exsudats* provenant des éléments anatomiques autres que les capillaires, mais tous les exsudats ne sont pas des *blastèmes*. Le terme *exsudat* désigne d'une manière générale tout ce qui sort des vaisseaux sans rupture de ceux-ci, mais il n'indique ni une espèce à part de substance organisée amorphe ou figurée, ni un groupe d'espèces, tant substance organisée comme les *blastèmes*, que matières organiques sans organisation, comme l'urine, la sueur, la vapeur pulmonaire, etc.

(1) Voy. Ch. Robin, *Histoire naturelle des végétaux parasites*, 1853, et surtout les recherches de M. Trécul, *Ann. des sc. nat.*, 1858, t. X. et *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences.* Paris, 1872, in-4°, t. LXXV, p. 1218.

(2) Ch. Robin, *Journ. de physiol.* Paris, 1859, in-8, p. 46; et Cornil, *Journ. d'anat. et de physiol.* Paris, 1866, in-8, p. 210.

ginelles (voy. p. 125). Il en est de même pour ce qui regarde la genèse de la cristalloïde autour de l'introrsion du groupe de cellules épithéliales par lequel débute le cristallin. Même remarque en ce qui touche la genèse de la gaîne propre de la notocorde, du myolemme, du périnèvre, etc. L'évidence n'est pas moindre dans les parenchymes et sur les membranes, lorsque inversement et consécutivement au phénomène précédent, on voit à la face interne de la paroi propre des tubes des reins, par exemple de ceux des glandes, naître des cellules épithéliales qui remplacent celles qui se desquament, sans que les nouvelles dérivent de cette paroi propre non plus que des cellules préexistantes dont le rôle sécréteur, ou autre, est achevé et qui muent par suite.

Ce n'est donc que par une vue purement fictive de l'esprit qu'une *force formatrice* est admise comme ayant son siége dans les cellules exclusivement, et comme étant de telle nature qu'elle amènerait celles-ci à se *reproduire* incessamment sans que jamais on puisse espérer connaître les lois de la *génération*, qui disparaîtraient entièrement dans les corps organisés, la *reproduction* seule étant admise sans qu'il y eût jamais aucune *production*. Or, on sait aujourd'hui que cette hypothèse ne saurait tenir contre les faits dus aux expériences faites sur ce sujet (1).

Les phénomènes de la genèse consistent donc en la production moléculaire d'une partie de forme déterminée, dont les principes sont fournis par les éléments préexistant dans le lieu où se passe ce phénomène moléculaire. En outre, certains de ces principes présentent dans ce dernier des caractères spécifiques nouveaux, distincts de ceux qu'ils offraient dans le blastème, par suite de changements isomériques survenus dans les substances coagulables, changements qui ont ainsi pour résultat la formation de principes propres à l'élément qui apparaît.

Les éléments qui naissent par genèse ne passent pas individuellement par un état d'organisation antérieur, invisible, avant

(1) Voy. E. Onimus, *Expériences sur la genèse des leucocytes*, etc. (Journ. d'anat. et de physiol. Paris, 1867, in-8, p. 47. — Montgomery, *On the formation of so-called Cells in animal bodies*. London, 1867, in-8, et *Journ. d'anat. et de physiol.* Paris, 1868, p. 415 et 421).

d'apparaître à nos yeux guidés par les moyens actuels d'observation ; mais les principes immédiats qui se forment et se réunissent à d'autres pour donner naissance à des éléments anatomiques amorphes ou figurés, passent par des états qui sont antérieurs au moment de l'organisation. Il est on ne peut plus important de prendre en considération ces états par lesquels ont passé les principes immédiats si l'on veut arriver à pouvoir se rendre compte des variétés normales et des perturbations que présentent les phénomènes de nutrition et de développement, et par suite les autres propriétés que celles-ci tiennent en quelque sorte sous leur domination dans les éléments de même espèce observés d'un individu à l'autre ou à divers âges ou d'un genre à l'autre. Sous ce rapport, cette étude est capitale. C'est ainsi, par exemple, que pour la genèse elle-même nous voyons que nulle espèce de substance organisée, solide, amorphe ou figurée, ne peut naître qu'à l'aide et aux dépens de principes immédiats qui ont déjà fait partie constituante de la substance organisée des solides qui les cèdent, de manière qu'ils soient utilisés pour la génération d'autres éléments.

Les particularités nombreuses que peuvent présenter les propriétés de principes immédiats chimiquement semblables selon les états antérieurs par lesquels ils ont passé avant de faire partie de tel ou tel élément, ne s'observent pas seulement sur les *substances organiques* ou *principes coagulables*. Ceux-ci, en raison de leurs faciles et diverses modifications moléculaires sous de faibles influences, les présentent, il est vrai, plus ordinairement que les principes cristallisables, et c'est sur elles principalement qu'il importe de les étudier sous tous les rapports ; mais, d'après ce que nous avons noté (p. 185), les principes cristallisables doivent être également pris en considération à ce point de vue (1).

(1) Personne n'ignore qu'en étudiant les phénomènes moléculaires de la genèse des éléments anatomiques, et tous ceux qui se rattachent à la nutrition, il faut toujours avoir présents à l'esprit : 1° les faits de dimorphisme des corps simples et composés ; 2° et surtout les différences de leurs propriétés qui coexistent avec ces différences de forme qu'entraînent les états antérieurs par lesquels ils ont passé. Les physiologistes doivent à cet égard imiter les chimistes, que l'expérience a conduits là, par une succession de découvertes que nulle supériorité intellectuelle n'avait pu prévoir. Comme exemple de cet ordre de notions, on peut citer entre plusieurs, celui du soufre qui, dégagé de combi-

Toutes les fois donc que la substance organisée apparaît, ce fait marque un mode nouveau d'individualisation de la matière en général, mais soit que cette substance apparaisse à l'état amorphe ou à l'état figuré, ce n'est pas d'une manière indéterminée qu'elle se montre, c'est en offrant de prime-abord des états spécifiques distincts. C'est pourquoi on est obligé de tenir compte de l'*état antérieur* qu'ont présenté les principes immédiats à l'aide et aux dépens desquels a lieu la genèse de quelque noyau, cellule, etc., absolument comme en faisant l'examen anatomique ou statique de chaque espèce d'éléments on est forcé de tenir compte du lieu dont viennent les individus observés. L'obligation où l'on est de tenir compte de l'état antérieur par lequel ont passé les principes immédiats qui servent à la naissance de chaque espèce d'éléments, dérive principalement de cette qualité des substances organiques ou coagulables qui fait que sans changer de composition chimique elles peuvent subir et transmettre à leurs analogues les états moléculaires qu'elles ont acquis dans telle ou telle condition, et qui changent leurs propriétés de stabilité, de facile combinaison à d'autres corps, etc.

C'est M. Chevreul (1) qui, le premier, a formulé nettement la notion si capitale de l'*état antérieur* dont il vient d'être question, et sur laquelle il s'exprime ainsi : « Dans un être

naisons différentes dans des conditions aussi semblables que possible, se manifeste sous des états tout à fait distincts, c'est-à-dire amorphe ou cristallisable; sous ces états il affecte des affinités dissemblables vis-à-vis des corps auxquels il peut se combiner; il entre dans une combinaison d'autant plus aisément qu'il présente d'avance l'état sous lequel on pourra plus tard l'en retirer; quand il ne présente pas d'avance cet état, il se modifie d'abord au contact des corps avec lesquels il va s'unir et cette modification préalable lui donne précisément l'état sous lequel on pourra le dégager du composé (Berthelot, *Recherches sur le soufre;* Compt. rend. des séances de l'Acad. des sc. Paris, 1857, in-4, t. LIV, p. 338, etc.). Le sélénium, l'oxygène, le phosphore, le carbone parmi les corps simples offrent des exemples analogues; les corps composés d'origine organique en présentent davantage encore; c'est ainsi qu'on voit l'acide tartrique droit former avec l'asparagine un composé cristallin, tandis qu'avec l'acide tartrique gauche ce composé est amorphe, incristallisable. L'importance des faits de l'ordre de ceux que présentent les acides tartriques droit et gauche, les alcaloïdes du quinquina, etc., est des plus grandes, ainsi qu'on le comprend aisément, dans l'étude de ces phénomènes et de ceux de la nutrition.

(1) Chevreul, *De la nécessité, dans l'organogénie, d'établir comment l'observateur conçoit l'état antérieur à celui où remontent ses premières observations* (Journ. des savants. Paris, 1840, in-4, p. 717).

organisé rien n'est isolé, chaque partie se rattache à l'ensemble, en reçoit l'influence en même temps qu'elle-même exerce celle qui lui est spéciale. Dès lors, si afin de rester dans le positif vous ne prenez pas en considération l'influence de l'*état antérieur* sur l'apparition de l'organe, il y a évidemment une lacune dont vous devez explicitement tenir compte. » Cette notion est plus importante encore lorsqu'il s'agit de l'apparition d'un organe, partie complexe formée par diverses espèces d'éléments anatomiques, que lorsqu'on observe la naissance de chaque espèce de ceux-ci (1).

(1) Faute de notions exactes et complètes sur les questions relatives à la naissance des éléments anatomiques en général sur les conditions de ces phénomènes et sur les propriétés inhérentes à chaque espèce en particulier, beaucoup d'auteurs considèrent chacun d'eux, ou mieux les tissus et même certains organes, comme formés ou sécrétés par quelque autre organe. Ce n'est là au fond qu'une manière de reculer une difficulté non vaincue et de masquer l'ignorance de ces phénomènes; car pour être logique en admettant que certains tissus sont sécrétés par d'autres, il faudrait avoir déterminé d'abord par quoi ceux-ci ont été sécrétés ou comment ils ont été formés. Dire que le derme sécrète l'épiderme, c'est dire que l'on considère le derme comme formant les cellules épidermiques d'une manière analogue à ce qui a lieu dans la mamelle, lorsque pendant la sécrétion du lait il se forme du sucre de lait, de la caséine, etc. ; or on voit, d'après ce qui précède, et nous verrons plus loin encore, que le derme n'est qu'une des conditions de la genèse des noyaux et de la matière amorphe dont dérive le corps des cellules; circonstances telles qu'elles peuvent se rencontrer ailleurs dans certaines conditions accidentelles, comme on le voit pour les tumeurs épithéliales, soit intra-musculaires, soit ayant tout autre siége sans qu'il y ait un derme qui les sécrète. Les dents ne sont pas davantage sécrétées par leur bulbe. Celui-ci est la condition de la genèse des *cellules de l'ivoire* de la naissance desquelles on peut suivre les phases, comme on peut suivre celles des cellules épidermiques à la surface du derme, sans qu'il y ait là rien qui ressemble aux phénomènes de sécrétion. Ces cellules ne sont pas encore de l'ivoire, ne deviennent pas même ce tissu ; elles ne sont que la condition de sa genèse. Il en est de même, et d'une manière bien plus caractéristique encore, de l'émail par rapport au *germe* de l'émail et à ses cellules épithéliales. Le bulbe pileux est encore dans le même cas par rapport aux cellules qui en se soudant forment le tissu du poil qu'il ne sécrète nullement, mais il est la condition de sa naissance. C'est en outre à tort qu'on dit du périoste qu'il sécrète le cartilage ou l'os; car les cartilages apparaissent chez l'embryon avant leur périchondre, puis l'ossification débute au centre de beaucoup de ces organes avant qu'ils soient vasculaires et loin de leur surface entourée de tissu fibreux ; seulement le périoste présente, mieux que tout autre tissu, aussi bien que le cartilage, par exemple, les conditions de la genèse du tissu osseux.

CHAPITRE II

DE L'INDIVIDUALISATION DE LA SUBSTANCE ORGANISÉE EN CELLULES PAR SEGMENTATION.

Nous avons déjà dit qu'en fait la génération ovulaire du nouvel être dans les animaux, comme dans les plantes, débute par un phénomène de genèse, celle du noyau vitellin, et que la segmentation du vitellus, qui amène l'individualisation de sa substance en cellules, n'est que consécutive.

Dans les animaux dont le vitellus subit une segmentation totale, celui-ci, lors de l'achèvement de la génération du noyau vitellin, représente un globe grenu sphérique ou ovoïde, dans lequel les granules qui le composent sont très-rapprochés, et maintenus réunis par une matière amorphe complétement homogène, demi-liquide, tandis que le noyau central est à peu près de consistance cireuse. Chez beaucoup d'animaux, les mammifères en particulier, une mince couche de la même matière déborde les granulations à la périphérie de la sphère vitelline ; elle a quelquefois été prise, mais à tort, pour une membrane d'enveloppe distincte de la membrane propre de l'ovule, ou membrane vitelline, qui est extérieure (1). Le vitellus alors n'est autre chose qu'une masse sphérique de substance amorphe homogène, dont les granulations, graisseuses ou autres sont maintenues agglutinées par cette matière interstitielle diaphane ; c'est à la rétraction de celle-ci qu'est due, selon toutes probabilités, la diminution de volume ou retrait du vitellus (2), qui s'est produit vers l'époque de la disparition de la vésicule germinative.

(1) J'ai montré toutefois que sur certains animaux (*Ancylus*, *Limneus*, *Purpura*, etc.) cette substance (après l'achèvement de la production du dernier globule polaire) passe à l'état de pellicule hyaline, mince mais tenace, qui se rompt quand l'embryon augmente de masse et qui flotte entre lui et la membrane vitelline. Ce fait prouve que les changements de structure intime du vitellus (indiqués page 178, en note, 3°) ne se bornent pas à des changements de volume et de disposition des diverses sortes de granules vitellins, mais portent aussi sur la substance hyaline qui les agglutine, depuis sa surface jusqu'à son centre où se produit le globule polaire (Ch. Robin, *Sur la production des globules polaires*. Journ. de la physiologie, 1862, p. 179-181).

(2) Voy. p. 178, en note, 1°.

ARTICLE PREMIER. — PHÉNOMÈNES DE LA SEGMENTATION.

Peu après l'apparition du noyau clair au centre du vitellus, ce dernier se déprime au point même de sa surface où sont nés les globules polaires. En même temps ce noyau central s'étire, s'allonge en se rétrécissant vers le milieu, et il se divise en deux noyaux plus petits que le premier (p. 177), mais le volume de ces deux noyaux réunis est pourtant plus considérable que celui du noyau primitif. Bientôt ou en même temps apparaissent 1° une ligne plus claire par retrait en ce point des granules vitellins, et 2° au niveau de cette ligne un sillon circulaire, qui divise en deux moitiés égales le vitellus, suivant un plan passant par l'étranglement du noyau vitellin ; d'abord peu profond, ce sillon le devient de plus en plus et partage complétement le vitellus en deux masses granuleuses, contiguës, ovoïdes, bientôt ramenées à la forme sphérique par la rétraction de la matière amorphe qui en agglutine les granules. Ces parties nouvelles ainsi produites ont reçu le nom de *sphères de segmentation*, de *fractionnement*, d'*enveloppement* et de *globes vitellins*. Chacun de ceux-ci offre le même aspect et la même constitution anatomique que le vitellus dont il dérive directement. C'est un peu au-dessus du milieu de la trompe qu'a lieu ce phénomène chez le lapin, douze heures environ après le coït fécondant.

A peine cette première division est-elle accomplie que déjà les deux sphères granuleuses qui résultent ainsi du premier fractionnement du vitellus deviennent, à leur tour, le siége d'une segmentation exactement semblable, d'où résulte la production de quatre globes vitellins (fig. 20, *a*, *b*) moitié plus petits que les deux premiers. Le même phénomène se répète sur chaque segment nouveau, ce qui double à plusieurs reprises le nombre des sphères, dont le volume est progressivement décroissant, mais dont la nature est toujours identique, tant en ce qui regarde le noyau que par rapport à la masse granuleuse qui l'entoure. On voit aussi presque constamment le noyau et son nucléole, s'il en a un, s'étirer, présenter un sillon médian, en même temps ou avant qu'un sillon correspondant se manifeste dans la masse granuleuse, encore volumineuse ou déjà

réduite graduellement à un diamètre de quelques centièmes

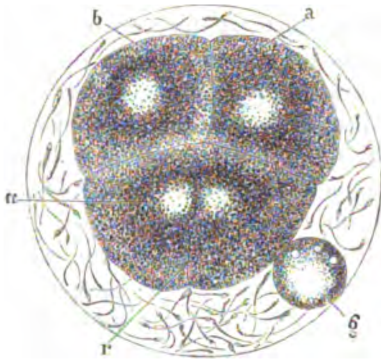


Fig. 20 (*).

de millimètre (*n*), et formant alors des cellules se juxtaposant en membrane blastodermique (1).

(1) Le phénomène de *segmentation* dont il est ici question a été décrit pour la première fois sur l'œuf des grenouilles, par Prévost et Dumas (*Deuxième mémoire sur la génération*, dans Ann. des sc. nat. Paris, 1824, in-8, t. II, p. 109, 110, 111 à 114, pl. VI, fig. D à P), sous les noms de *formation de sillons* et de *divisions en segments*, d'où sont venus les noms de *sillonnement*, *scission* ou *segmentation* (Baër, *Furchung*, *Spaltung. Die Metamorphose des Eies der Batrachier*, in Archiv. für Anat. und Physiol. Berlin, 1834, in-8, p. 481 et 488). Ces *phénomènes étonnants*, que Prévost et Dumas avaient déjà songé à considérer comme *une loi générale* du développement devant *s'étendre aux autres classes d'animaux* (p. 113 et 114), ont été constatés depuis sur le vitellus de l'ovule de toutes les classes animales et de toutes les plantes ovulées. Schwann avait soupçonné que ce phénomène était un mode de production des cellules (*loc. cit.*, 1838, p. 61-62). Bergmann a montré sur le vitellus de l'œuf des grenouilles, qu'il était une *introduction à la formation des cellules* dans l'œuf aux dépens du vitellus (Bergmann, *Die Zerklüftung und Zellen Bildung im Froschdotter*, dans Archiv für Anat. und Physiol. Berlin, 1841, p. 98). On sait que (voy. Ch. Robin, *Histoire naturelle des végétaux parasites*. Paris, 1853, in-8, p. 147 à 149 et 245 à 246) ce qu'on a décrit sous le nom de *génération endogène* dans l'ovule n'est autre chose que l'individualisation de la substance du vitellus en *cellules embryonnaires mâles*, grains de pollen, spermatozoïdes et des *cellules embryonnaires femelles*, par *segmentation* du contenu des diverses variétés d'*ovules*, tant mâles (utricules ou cellules mères des spermatozoïdes et du pollen), que femelles (ovules proprement dits, sac embryonnaire des phanérogames, sporanges et archégones des cryptogames).

(*) Œuf de *Nephelis octo-oculata* vingt à vingt-deux heures après la ponte, grossi 300 fois. *g*, globule polaire interposé à la membrane vitelline et aux vitellus segmentant. Il renferme trois petits corpuscules nucléiformes ou noyaux. Des spermatozoïdes immobiles sont dans le liquide qui entoure ce dernier. *n*, noyau de l'un des deux globes vitellins primitifs s'allongeant transversalement et se rétrécissant vers son milieu avant de segmenter; *r*, sillon de segmentation commençant à se produire à la surface du globe vitellin primaire qui n'est pas encore divisé; *a*, *b*, globes vitellins secondaires résultant de l'achèvement des phénomènes ci-indiqués (*n*, *r*,) ayant eu lieu sur l'autre globe vitellin primitif.

Sur les mammifères, les Gastéropodes, les Hirudinées et autres animaux sur lesquels la segmentation du vitellus est totale, sa première division en deux dure de une heure et demie à deux heures; celle des globes vitellins dure de trois quarts d'heure à une heure et quart; la durée de celle des cellules blastodermiques proprement dites et autres analogues varie de dix ou vingt minutes à quarante minutes au plus. Disons de suite que l'allongement transversal et la scission complète du noyau vitellin et du noyau des sphères vitellines se font en cinq à dix minutes. La scission du noyau des cellules blastodermiques sur les Hirudinées, les Gastéropodes, etc., dure de quatre à huit minutes. Le nombre des noyaux nerveux, musculaires et autres qu'on trouve à moitié segmentés, et dont il sera question plus loin, porte à croire qu'ils ne se segmentent guère plus vite; en tout cas, les faits précédents n'appuient pas l'hypothèse des auteurs qui supposent que la division des noyaux s'accomplit en quelques secondes.

L'apparition du sillon a lieu de la manière suivante: autour du noyau non divisé, ou de ses deux moitiés si déjà il s'est étiré (fig. 20, *n*) ou même partagé, se rassemblent, se concentrent les granulations vitellines; elles sont plus rapprochées en ce point que vers la périphérie du globe vitellin; celle-ci est devenue plus claire qu'elle n'était auparavant, tandis que le centre est devenu moins transparent. En se rassemblant ainsi, les granulations vitellines ne forment pas un amas unique, mais bien deux masses séparées par une ligne étroite moins foncée, ou mieux par un mince segment de la sphère, dans lequel les granulations sont peu abondantes par rapport à la quantité de matière amorphe. Bientôt cette dernière se resserre, se déprime circulairement au niveau de cette mince portion plus claire, ce qui constitue alors un véritable sillon, au fond duquel on voit la substance amorphe transparente déborder ici les granulations vitellines plus que partout ailleurs. On constate encore que les granulations qui existaient encore dans le segment plus clair, entre les deux masses granuleuses plus foncées, rentrent dans chacune de celles-ci et s'éloignent de ce segment, plus vite que ne se divise sa substance amorphe.

Le sillon qui vient d'être décrit se montre à la fois sur le

noyau et sur le nucléole, quand ce dernier existe (fig. 2, *c*) ; quelquefois alors il se forme sur le nucléole avant de se produire sur le noyau ; mais il est des cas dans lesquels le sillon se montre sur le noyau sans diviser le nucléole qui reste sur un des côtés ; en sorte que l'un des deux noyaux manque de nucléole et reste ainsi toujours, ou bien peu après il en naît un de toutes pièces, par genèse (voy. p. 188-189) (1).

La durée de la segmentation des noyaux (fig. 21, 22 et

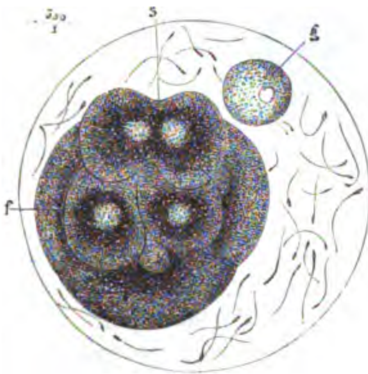


Fig. 21 (*).

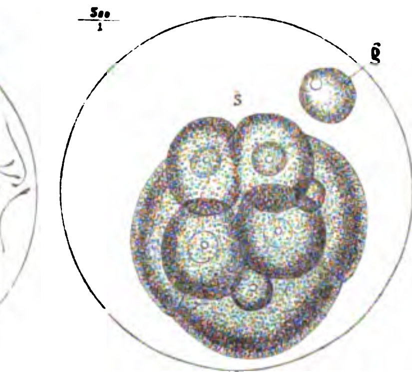


Fig 22 (**).

23 *s*) est en général de dix minutes ou environ, qu'ils aient

(1) Il arrive aussi quelquefois sur les cellules se segmentant que le noyau ne se segmente pas, que le sillon se produit dans la masse granuleuse seule, passe sur le côté du noyau existant, de sorte que l'un des globes vitellins manque de nucléus ; ce fait persiste, soit pendant toute la durée de son existence, soit pendant un temps limité, parce que dans ce globe vitellin naît de toutes pièces un noyau, de la même manière qu'il s'en était produit un dans le vitellus même après la disparition de la vésicule germinative. Il est enfin des circonstances dans lesquelles la division du noyau est complète dans un globe vitellin ou dans une cellule blastodermique alors que le corps cellulaire ne fait que commencer à se segmenter ou n'a pas encore commencé à le faire. Ce cas est rare du reste, même sur les cellules des individus dont l'évolution est plus ou moins avancée.

(*) Œuf de *Nephelis octoculata*, trente-deux à trente-trois heures après la ponte, dans lequel : 1° l'un des quatre lobes vitellins primitifs s'est divisé en deux ; 2° l'une des deux moitiés de celui-ci s'est segmentée en deux (*f*), et 3° un quart d'heure ensuite l'autre globe s'est étiré avec division en deux de son noyau ; un sillon de segmentation (*s*) se forme au niveau du rétrécissement de ce globe vitellin ; *g*, globule polaire. Des spermatozoïdes sont représentés entre l'amas des globes vitellins et la membrane vitelline.

(**) Œuf tiré de la même capsule que le précédent, un quart d'heure plus tard. Il montre le plan (*s*) de segmentation ayant achevé de se produire entre les deux noyaux qui se sont séparés et ont gagné le milieu de chacune des moitiés du globe en voie de segmentation. Un nucléole s'est formé dans les noyaux de tous ces éléments. *g*, globule polaire. Les spermatozoïdes ne sont pas représentés.

ou non un nucléole; car il faut se garder de croire qu'un nucléole naisse dans tous les noyaux des cellules dérivant du vitellus et autres. Sur des embryons provenant d'œufs d'une même ponte d'animal vertébré ou invertébré, on en trouve dont

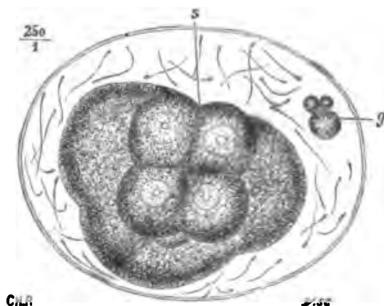


FIG. 23 (*).

toutes les cellules ont des noyaux nucléolés, tandis que d'autres individus ont des noyaux sans nucléole, bien qu'ils soient de même âge; mais quelques heures ou quelques jours plus tard on en voit naître un ou parfois il ne s'en produit pas. Les batraciens, les poissons, les hirudinées, offrent des exemples de ce genre sur leurs globes vitellins, leurs cellules blastodermiques, les noyaux qui occupent l'axe des faisceaux musculaires striés en voie d'évolution, ceux par lesquels débute la substance grise cérébro-spinale, etc. (1).

(1) Sur ce qui précède, confronter : Lang, *Kernfurchungen* (Arch. für pathol. Anat. Berlin, 1871, in-8, t. LXIV). — Virchow, *Die endogene Zellenbildung beim Krebs* (Arch. für Pathol. Anat. Berlin, 1849, t. III, p. 197). — Von Siebold, *Ueber einzellige Pflanzen und Thiere* (Zeitsch. für wissensch. Zoologie. Leipzig, 1849, in-8, t. I, p. 288). — Engel, *Das Wachstungesetz thierischer Zellen*, etc. (Sitzungsberichte der K. Acad. der Wissenschaften; Viam, 1851); et surtout Remak, *Ueber Blutgerinnsel und ueber Pigmengehaltige Zellen* (Archiv für Anat. und Physiol. Berlin, 1851, in-8, p. 115). — Remak, *Ueber den Rhythmus der Furchungen im Froscheie* (Archiv für Anat. und Physiol. p. 495. Berlin, 1851). — Remak, *Ueber die extracellulare Enstehung thierischer Zellen*, etc. (Ibid., 1852, p. 47). — Remak, *Ueber die Embryologische Grundlage der Zellen lehre* (Ibid., 1862, p. 230). — Remak, *Entwickelung der Wirbelthiere.* Berlin, 1850-1855, in-folio. — Remak, *Ueber Theilung thieris-*

(*) Ovule d'une autre capsule ovigère de *N. octoculata*, trente-cinq heures après la ponte et environ deux heures après avoir eu l'agent du précédent. Les quatre cellules de segmentation se sont intimement juxtaposées (*s*) et sont devenues polyédriques vers leurs points de contact. Elles sont accolées aux trois globes vitellins principaux. *g*, globules polaires non réunis en un seul. Les spermatozoïdes interposés au vitellus et à la membrane vitel- line sont représentés.

ARTICLE II. — RÉSULTATS DE LA SEGMENTATION DU VITELLUS.

Le résultat de l'accomplissement des phénomènes que nous venons de résumer est, comme on le voit, l'*individualisation* d'une substance préexistante à cet acte, celle du vitellus, en autant de corps cellulaires ou cellules sans paroi distincte de la cavité qu'il y a de noyaux ; cellules restant cohérentes, mais isolables. On saisit aisément qu'en raison de la préexistence de la substance, laquelle augmente de masse par assimilation incessante à mesure qu'elle se segmente, il ne faut pas confondre ce fait avec celui de la genèse ou apparition d'un élément anatomique qui quelques instants auparavant n'existait pas en un lieu donné (voy. p. 15).

Le résultat définitif de la segmentation progressive du vitellus est l'arrivée des globes vitellins à l'état de *cellules blastodermiques* et de *cellules embryonnaires* proprement dites qui, au fur et à mesure qu'a lieu leur individualisation, se disposent en feuillets de la tache ou aire embryonnaire. Or, ces éléments individualisés de la sorte se segmentent encore de la même manière que les globes vitellins dont ils dérivent directement. Seulement, au lieu de se produire sur des parties dont elle amène ainsi la diminution de volume progressive, la segmentation se passe dans des éléments qui croissent plus ou moins avant de se diviser et de se multiplier ainsi. Les cellules du blastoderme et de la *tache embryonnaire* douées de propriétés assimilatrices énergiques grandissent en effet peu à peu ; celles qui dépassent les autres en grandeur de la moitié au double environ montrent bientôt un resserrement ou étranglement du milieu de leur noyau (fig. 24, *a*, *b*) ; en même temps ou peu après, on voit dans la direction de cet étranglement les granulations s'écarter dans l'épaisseur de la cellule ; il se produit ainsi une ligne un peu plus claire ou un peu plus foncée selon le point où l'on place le corps de la cellule par rapport à l'objectif sous le microscope. Cette ligne est la trace d'un sillon

cher Zellen (Archiv. für. Anat. und physiol. Berlin, 1854, in-8, p. 376). — Remak, *Ueber die Entwickelung des Hühnchens*. Berlin, 1851, in-fol., 7 pl. — Ch. Robin, art. CELLULE (Dict. encycl. des sc. méd. Paris, 1872, in-8).

puis d'un plan de séparation (*e*) qui s'établit entre les deux moitiés de la cellule ; celle-ci se trouve divisée de la sorte en deux cellules, plus petites qu'elle n'était, qui grandissent peu à peu et présentent ou non, à leur tour, le même phénomène (1).

C'est ainsi que se reproduisent, se multiplient les cellules du blastoderme et de la tache embryonnaire (*cellules embryonnaires*). Le noyau (fig. 24, *e*) de chacune des deux nouvelles

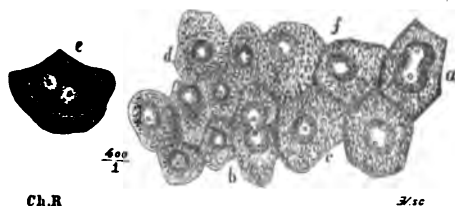


FIG. 24 (*).

cellules, qui résulte de la scission de celui de la grande cellule, est d'abord plus rapproché de la ligne de séparation que des

(1) Nous voyons ici dans toute sa simplicité, sur les éléments anatomiques les moins complexes, un phénomène qui se retrouve sur des animaux et des végétaux, infusoires ou autres, ayant une existence indépendante; il a même été observé d'abord sur ces êtres avant qu'on en connût les manifestations dans l'ovule. Seulement il a reçu alors d'autres noms, parce qu'il a été décrit avant que la segmentation du vitellus fût bien connue. De là les noms de *fissiparité*, *scission*, de *scissiparité*, *multiplication*, *scission* ou *reproduction mérismatique* et *cloisonnement des cellules végétales* parfois employés (de μερισμὸς, partage, division). Cette expression a d'abord été employée par Unger (*Grundzüge der Anat. und Physiol. der Pflanzen ;* Wien, in-8, 1846, p. 43), pour désigner la séparation graduelle du contenu des cellules végétales en deux, avec apparition d'un sillon plus clair suivi de la production d'une cloison de cellulose amenant ainsi la division de la cellule en deux autres semblables à la première et entre elles, mais un peu plus petites. Elle est, comme on le voit, applicable aux cellules animales, quant au résultat définitif. Ce phénomène est connu depuis longtemps dans les plantes où il constitue un des modes de la reproduction des cellules aux dépens de cellules déjà nées, qui est des plus répandus; il se rapproche du phénomène qui, dans le mycélium des hépatiques et autres cryptogames, était appelé cloisonnement *superutriculaire* (Mirbel, *loc. cit.*, 1831-1832, in-4, p. 32 et 33, pl. IV, fig. 34 *c*, *d*, *e*, et pl. III, fig. 22 à 28). Quant aux expressions de *fissiparité*, *scission*, etc., elles étaient depuis longtemps employées dans l'étude de la reproduction (voy. Bur-

(*) Cellules épithéliales formant la paroi externe de la vésicule ombilicale d'un embryon humain long de 7 millimètres. *a*, *b*, *c*, *d*, *f*, cellules polyédriques peu granuleuses, grisâtres, transparentes, à noyau avec ou sans nucléole; *a*, cellule un peu plus grosse que les autres, contenant un noyau qui est en voie de segmentation, ainsi que le corps cellulaire ; *b*, cellule dont le noyau est seul en voie de segmentation ; *c*, cellule de la couche épithéliale interne de la vésicule ombilicale, plus granuleuse que les autres, dont le noyau vient de se diviser en deux avec commencement de la division du corps cellulaire.

autres bords de la cellule nouvelle, il est hors du centre de celle-ci ; mais à mesure que cette dernière grandit, il reprend ordinairement la place centrale que le noyau occupe dans le corps de la plupart des espèces de cellules. Il est commun de voir les cellules se partager en deux moitiés inégales, inégalité qui persiste toujours ou disparaît à mesure qu'elles se développent. Quelquefois le noyau seul se divise en deux, sans que la masse de cellules qui l'entoure en fasse autant. On voit alors une cellule un peu plus grande que les autres, placée au milieu d'elles, offrir pendant plusieurs minutes deux noyaux. Il est enfin des cellules qui se segmentent, sans que leur noyau se divise, le plan de segmentation passant sur le côté du noyau de la cellule qui est le siége de la scission ; l'une des deux nouvelles cellules manque alors de noyaux, tandis que l'autre conserve l'ancien noyau tout entier. C'est d'une manière tout à fait semblable que s'accomplit aussi la multiplication progressive des cellules de l'embryon végétal, qu'il soit ou non encore contenu dans l'ovule ou sac embryonnaire, sporange, etc.

Au fur et à mesure que dans le blastoderme chaque cellule s'est ainsi individualisée, comme nous venons de le dire, on constate qu'avant de se diviser de nouveau chacune d'elles grandit par assimilation des principes immédiats empruntés à la mère chez les vivipares et la plupart des plantes, au jaune de l'œuf ou au milieu ambiant chez les ovipares. De là vient que toutes conservent un volume déterminé aussi bien qu'une

dach, *Physiologie*, trad. franç. ; Paris 1837, t. I, p. 48 et suiv.) de beaucoup d'invertébrés et des animaux et végétaux infusoires ou unicellulaires pour lesquels elles ont été créées. C'est chez ces êtres simples la manifestation du phénomène décrit dans ce paragraphe, c'est-à-dire une véritable segmentation. Vogt, le premier, sous le nom de *division des cellules* (*Theilung der Zellen*), a décrit la segmentation des cellules animales autres que les globes vitellins (voyez aussi la note des pages 182 et 191), commençant par un resserrement de la paroi de cellule qui, par continuation de ce phénomène, fait que deux cellules nouvelles naissent ainsi, semblables à la première préexistante (Vogt, *Untersuchungen über die Entwickelungs-Geschichte der Geburtshelferkrœte*, Solothurn, 1841, in-4, p. 127-130). M. Coste a montré que les cellules du blastoderme pouvaient être le siége du même phénomène que le vitellus et les sphères vitellines, c'est-à-dire de la segmentation ; ce fait conduit à la multiplication de celles-là par naissances de nouvelles cellules semblables à elles (Coste, *Recherches sur les premières modifications de la matière organique et des cellules*, dans Compt. rend. des séanc. de l'Acad. des sc. Paris, 1845, in-4, t. XXI, p. 13-14). Déjà Schwann avait parlé de cellules perdant leur individualité propre en se divisant en d'autres cellules (Schwann, *loc. cit.*, 1838, p. 218-220).

forme spécifique, et ne se réduisent pas en corps infiniment petits, malgré la continuité de la division.

Remarques générales. — Ces données nous montrent comment la *nutrition* et le *développement* de chaque parcelle du vitellus *individualisée* en élément anatomique (cellule) doué d'une certaine indépendance, conduisent celui-ci à pouvoir se reproduire par scission. Ils nous montrent comment l'accomplissement de cette reproduction amène : 1° l'agrandissement des couches du blastoderme que constituent ces cellules avec ou sans replis à la surface ou dans la profondeur de la masse qu'elles composent ; 2° la formation par ces dernières de groupes organiques de mieux en mieux délimités. Ils nous montrent par suite quel est le mécanisme intime de la première production d'un nouvel être et comment il devient de plus en plus compliqué.

Si nous envisageons actuellement chacune de ces cellules individuellement, nous voyons que leur noyau se rattache substantiellement au *noyau vitellin* qui est né par genèse (p. 177), qui, se nourrissant, a grandi et s'est divisé, ce que chacune de ses divisions a continué à faire. D'autre part, en remontant de même à l'origine de cette scission continue, on constate que le corps cellulaire qui entoure chaque noyau se rattache directement à la substance du vitellus ; elle se segmente pendant un certain temps sans augmenter de masse, bien que le noyau inclus dans chaque segment (fig. 20 à 23) grandisse pourtant (voy. p. 162). Cette substance se met à croître alors que la segmentation a conduit à un certain minimum de volume chaque cellule individualisée, de la manière que nous venons de dire (1).

(1) Notons, du reste, que dans les œufs des animaux dont les cellules blastodermiques se produisent par gemmation à la surface du vitellus (insectes et araignées), dans les cellules claires produites de la même manière par certains des globes vitellins sur les mollusques et les hirudinées (il en sera question dans l'article VII, p. 225), il naît un noyau dans chaque cellule originelle, c'est-à-dire autant de noyaux qu'il y a de cellules, soit avant, soit après l'achèvement de la gemmation ; mais ce n'est pas d'un seul noyau vitellin que dérivent les noyaux de chacune des cellules blastodermiques. Cette génération a lieu comme celle du noyau vitellin (p. 177 et suivantes). C'est un phénomène de même ordre qui s'accomplit lors de la génération du noyau des cellules épithéliales remplaçant celles qui tombent incessamment par desquamation (voyez la note, p. 201).

Enfin, il faut signaler encore : 1° que le fait de la genèse du noyau vitellin que nous trouvons au début de la génération embryonnaire, et par suite de celle des cellules blastodermiques en particulier ; 2° que celui de la segmentation du noyau et de la substance du vitellus, et 3° que celui enfin de la gemmation de cette dernière, dont il sera bientôt question, sont autant de phénomènes qui se retrouvent (sous des aspects divers quoique restant au fond les mêmes) au delà des périodes évolutives embryonnaires, c'est-à-dire pendant toute la vie, comme modes d'apparition de telle ou telle espèce de noyau et de cellule (voy. p. 202).

ARTICLE III. — SUR LA CONSTITUTION CELLULAIRE DE L'EMBRYON.

Dans l'une et l'autre des premières périodes évolutives de chaque être, les phénomènes dont il vient d'être question sont plus ou moins rapides dans les cellules de tel ou tel des trois feuillets blastodermiques de chaque vertébré et de celui des articulés, dans celles de telle ou telle partie des groupes cellulaires formant l'embryon des invertébrés sans blastoderme proprement dit et des plantes. Ce fait est des plus nettement saisissables bien que les conditions particulières qui dominent ces différences ne soient pas encore nettement connues. Du reste, on ne connaît pas même les conditions qui conduisent les globes vitellins à se grouper en feuillets dans certains êtres, en amas de telle ou telle configuration chez d'autres, et à donner des cellules de formes et de dimensions qui diffèrent dès l'origine dans chacun de ces feuillets, de manière à être spécifiquement distinctes pour l'observateur. Quoi qu'il en soit, cette multiplication progressive a pour résultat leur accumulation en parties offrant des dimensions et des contours divers qui délimitent graduellement un corps embryonnaire, entièrement composé de cellules ; cellules assez diverses dès l'origine pour qu'il soit possible de distinguer celles qui appartiennent aux régions superficielles de celles qui sont profondes, même lorsqu'elles ne sont plus dans leurs rapports normaux.

Sur les vertébrés, ces parties sont d'abord les feuillets ;

1° *externe* ou *animal*, 2° *interne*, *végétatif* ou *muqueux* et 3° le *feuillet moyen du blastoderme*, dit *de formation*, *germinatif*, *moteur*, *intermédiaire*, ou *vasculaire*. Ce dernier est le plus épais et celui dont les cellules servent de point de départ aux organes les plus volumineux sinon les plus nombreux. Il est composé de cellules accumulées sur une épaisseur notable, tandis que celles des deux autres, ayant dès l'origine un caractère épithélial, ne forment pendant longtemps qu'une rangée tapissant la face interne et la face externe du feuillet précédent et sont dès l'origine distinctes dans l'un et l'autre de ces feuillets. De la multiplication individuelle des cellules (dites *blastodermiques* ou *embryonnaires*), qui continue comme il vient d'être dit (p. 195 et 196), résulte la délimitation et l'accroissement des parties permanentes de l'embryon et celles de ses organes transitoires, chorion, amnios et vésicule ombilicale.

De cette multiplication résulte aussi la production des renflements du feuillet moyen (notocorde, lames dorsales musculaires, cœur, etc.) et des *involutions* ou *introrsions* de diverses parties des deux autres dans celui-ci, qui primitivement représentent les origines des principaux groupes d'organes permanents, tels que le système nerveux central, le corps de Wolff et les organes génitaux urinaires (dérivant du feuillet externe), les tubes digestif et pulmonaire (dérivant du feuillet interne).

Ces sortes d'invaginations longitudinales ou d'autres formes, épaisses alors, relativement au volume du corps de l'embryon, sont minces par rapport à ce que seront plus tard les viscères dont elles représentent l'origine, et dans lesquels, d'une manière générale, elles ne se retrouveront ultérieurement que comme revêtement épithélial.

De la continuation de cette multiplication des cellules résultent surtout les invaginations ou involutions, qui bientôt plus larges vers leur fond qu'à la superficie de l'amas dans lequel elles se forment, se rétrécissent à ce niveau et représentent ainsi les origines des conduits glandulaires, pulmonaires, etc.; de là résultent celles qui, allant plus loin, mettent en contact un point des faces de ce rétrécissement qui se regardent, puis se réduisent ici à une seule couche qui disparaît

bientôt, d'où la délimitation des vésicules closes ovariques, glandulaires, intramuqueuses, etc.; peu après elles sont recouvertes par le tissu de la masse dans laquelle (sous l'influence de la multiplication par scission des cellules) a lieu l'enfoncement et l'agrandissement progressif de ce qui n'était d'abord qu'une dépression superficielle. C'est par ce mécanisme se continuant pendant toute la durée de la vie ou au moins jusqu'à l'âge adulte que normalement, ou pathologiquement même, se produit l'accroissement successif des tubes et des vésicules des tissus parenchymateux, des vaisseaux capillaires et par suite des artères et des veines, accroissement auquel satisfait, si l'on peut dire ainsi, la segmentation qui ne cesse pas de s'accomplir sur chacune des cellules épithéliales qui s'agrandit individuellement (1).

Signalons dès à présent, pour y revenir plus tard, un fait important. Quand ces involutions secondaires se produisent ainsi dans l'épaisseur de l'embryon, des modifications se sont déjà montrées dans l'épaisseur de ceux-ci. Ces involutions secondaires se montrent vers l'époque où naissent dans l'épaisseur de ces groupes des éléments autres que les cellules de ces mêmes feuillets, c'est-à-dire ne provenant plus directement comme elles de la scission continue des globes vitellins arrivés à l'état de cellules embryonnaires. Ces éléments sont d'abord ceux du tissu lamineux, du moins dans les mammifères, les oiseaux et les reptiles, car sur les batraciens et les poissons son apparition est tardive et sa quantité est très-peu considérable. Il se montre là même où il n'y a pas encore de vaisseaux et augmente de masse à mesure que se multiplient les involutions secondaires profondes dont il vient d'être question. Les cellules de ces dernières, comme celles des couches primi-

(1) Toutefois, tous les épithéliums et les membranes correspondantes n'ont pas cette origine embryonnaire. C'est ainsi que le cœur, les vaisseaux et leur épithélium (dit *endothélium* par erreur étymologique), les synoviales articulaires et tendineuses et leur épithélium se produisent alors que les involutions cellulaires originelles dont il est ici question n'ont plus lieu depuis longtemps; au contraire, l'involution du feuillet blastodermique superficiel par laquelle débute le système cérébro-rachidien, bientôt dédoublé et épaissi par la production des éléments nerveux, de ceux de la pie-mère et de l'épendyme se retrouve sur ces membranes comme épithélium arachnoïdien d'une part et épendymaire d'autre part. (Voy. ci-dessus, p. 198-199.)

tives qu'elles contiennent et qui restent à la superficie des feuillets ainsi dédoublés, en quelque sorte, ne sont plus dès lors que des accessoires cellulaires; ce sont, en d'autres termes, des cellules épithéliales juxtaposées sur une ou sur plusieurs rangées, offrant bientôt des différences notables, selon qu'elles sont devenues profondes ou restent superficielles. Elles vont ensuite se desquamant et se renouvelant, tandis que les tissus sous-jacents qui en ce moment leur sont simplement interposés demeurent permanents et vont peu à peu l'emporter sur eux en croissance, quant au nombre et à la masse et surtout en importance fonctionnelle.

ARTICLE IV. — CONTINUITÉ DE LA SEGMENTATION CELLULAIRE AU DELA DE L'AGE EMBRYONNAIRE.

Le phénomène de la segmentation de la substance organisée, qui débute peu après la fécondation et amène l'individualisation en cellules de la substance organisée vitelline, se montre sans interruption pendant toute la durée de la vie, en continuant à se produire sur les cellules mêmes dont il a terminé la délimitation. En amenant ainsi leur multiplication dès qu'elles ont individuellement grossi, il cause, soit l'extension, soit l'épaississement des couches qu'elles constituent.

Mais en outre, fait remarquable, quand chez l'adulte la segmentation n'a plus à fournir à l'agrandissement des couches épithéliales délimitant tous les organes membraneux tant extérieurement qu'intérieurement comme dans les parenchymes, elle se continue encore en produisant les cellules qui remplacent celles qui disparaissent par mue ou desquamation tant superficielle que profonde ou intraglandulaire. Seulement ici et déjà dès l'état fœtal, pour l'épiderme cutané et pour l'épithélium intestinal, la segmentation qui amène l'individualisation en cellules des noyaux et du corps de la cellule est précédée de la genèse de ces noyaux et de celle de la substance qui formera les corps cellulaires correspondants (voy. p. 15).

Dans ces conditions, les phases du phénomène sont la génération de noyaux à la superficie même de la membrane tégumentaire ou de celle des tubes du parenchyme, entre cette mem-

brane et les cellules les plus récemment individualisées que ces noyaux soulèvent. D'abord très-petits, ces noyaux grandissent peu à peu ; en même temps, mais après la genèse, se produit entre eux une certaine quantité de substance homogène, peu ou pas granuleuse, qui à la fois écarte et tient unis en une seule couche les noyaux précédents. Puis la segmentation de cette substance commence lorsque les noyaux se trouvent écartés les uns des autres, par elle, à une distance égale ou environ à leur propre diamètre.

Mais dans certains organes les noyaux d'épithélium peuvent rester très-petits, contigus ou à peu près (et être trouvés dans cet état sur le cadavre), pendant des mois avant que surviennent la genèse ou l'augmentation de quantité de la substance qui leur est interposée et sa segmentation ; puis ces phénomènes se manifestent lorsque se rencontrent telles ou telles conditions changeant l'état de la circulation, etc. (1).

Or, une fois les noyaux un peu écartés ainsi les uns des autres, on voit, à partir des endroits où ils le sont le plus, se produire des plans de division dans la substance amorphe. Ces plans se présentent sous l'aspect de fines lignes un peu foncées, placées vers le milieu de l'intervalle qui sépare deux noyaux, à égale distance à peu près de l'un et de l'autre ; ils rencontrent sous des angles nets et plus ou moins obtus les sillons semblables qui se trouvent entre le noyau, quel qu'il soit, que l'on examine, et les noyaux qui l'avoisinent le plus, qui le touchaient en un mot, avant la production de la substance amorphe. Ces plans limitent ainsi des masses ou corps de cellules, ordinairement d'une régularité parfaite, polyédriques à quatre, cinq, six ou sept côtés, ayant pour centre un noyau. Quelquefois les sillons de segmentation ne se produisent pas entre deux noyaux plus rapprochés les uns

(1) Les conditions dans lesquelles on observe le plus aisément ce mode d'individualisation des cellules, sont les cas d'hypertrophies glandulaires et de tous les parenchymes pourvus d'épithélium nucléaire (voy. p. 206-207). L'existence de couches épithéliales représentées pendant un temps qui varie d'un organe à l'autre par une ou plusieurs rangées d'éléments à l'état de *noyaux*, dits *noyaux libres* et non encore à l'état *cellulaire* n'est pas douteuse en fait ; elle ne peut être niée que systématiquement pour soutenir telle ou telle hypothèse (voy. Ch. Robin, *Tableaux d'anatomie*. Paris, 1850, in-4, 10e tableau).

des autres qu'à l'ordinaire ou restés contigus, il en résulte alors une cellule un peu plus grande que celle qui l'entoure et pourvue de deux noyaux. Il peut même de la sorte s'en former qui ont trois, quatre, cinq et même six noyaux, lorsque la segmentation de la matière amorphe s'étend à des points où celle-ci ne s'est pas accumulée régulièrement et en égale quantité entre tous les noyaux. Souvent, sur un même cul-de-sac glandulaire hypertrophié, ou sur un même lambeau d'épi-

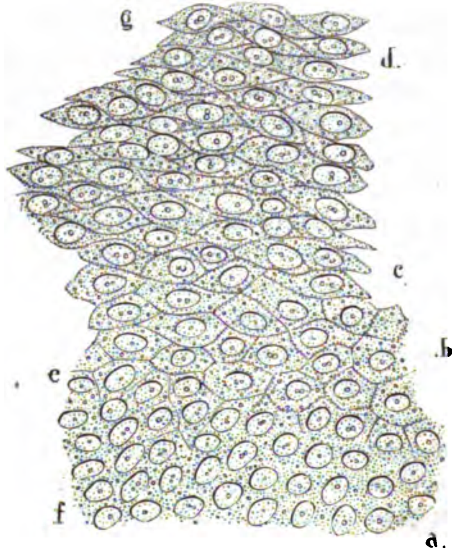


Fig. 25 (*).

thélium qui en a été arraché, on suit toutes les phases du phénomène. On les observe depuis le point où les cellules sont très-nettement conformées, facilement séparables par suite de la production complète des plans de séparation (fig. 25, *c*, *d*, *g*) jusqu'aux endroits où ces derniers sont bien indiqués, se rencontrent et se touchent également tout autour

(*) Coupe de la couche superficielle blanchâtre d'une tumeur épithéliale sous-cutanée du cou. De la superficie vers la profondeur on suit toutes les phases de la segmentation et de l'aplatissement graduel des cellules, *a*, *f*, partie profonde formée de substance amorphe finement granuleuse interposée aux noyaux dont quelques-uns n'ont encore point de nucléoles. *b*, *e*, plans de segmentation de la substance amorphe en voie de se produire entre les noyaux et divisant la substance en corps de cellules ayant chacun un ou deux noyaux comme centre; *c*, *d*, *g*, cellules de plus en plus aplaties en approchant de la surface de la tumeur.

du noyau, mais où, n'étant pas encore tracés profondément, les cellules ne sont pas isolables facilement ou sans déchirure; cela fait qu'elles ne sont plus aussi régulières après leur isolement qu'auparavant. On suit enfin les phases de la segmentation jusqu'aux endroits où l'on aperçoit des sillons qui, sans entourer de toutes parts certains noyaux, vont se perdre dans la substance homogène (*d*, *e*). Celle-ci peut représenter une membrane uniforme, plus ou moins étendue, parsemée d'épithéliums nucléaires maintenus réunis par cette matière amorphe, finement granuleuse, non divisée ou segmentée encore, mais qui sera prochainement le siége de la scission (fig. 25, *d*, *f*), qui en formera autant de corps cellulaires qu'il y a de noyaux ou environ (1).

On voit que pour déterminer ce que la matière amorphe interposée aux noyaux représente anatomiquement lorsqu'on l'observe sur le cadavre, il faut avoir suivi les phases des phénomènes dont elle est le siége sur le vivant.

Ces cellules sont alors à l'état de masse de substance organisée (*protoplasma* de quelques auteurs) sans paroi propre avec noyau central. Nous verrons que leur passage à l'état de cellule présentant une paroi propre et un contenu distincts l'un de l'autre, s'accomplit de deux manières différentes, et cela dans les plantes aussi bien que sur les animaux. 1° Dans le plus grand nombre (cellules de la dentine, cellules épithéliales prismatiques de l'intestin, etc.), une mince pellicule hyaline, résistante, soulevable par les exsudations muciformes cadavériques

(1) Chacune des cellules ainsi individualisée se nourrit et grandit pour son propre compte, si l'on peut ainsi dire, et se reproduit ou non, suivant les circonstances, en se divisant elle et son noyau, comme il vient d'être dit page 196 (fig. 24), mais seulement tant qu'elle n'est pas arrivée à l'état de cellule vésiculaire. On remarquera que la segmentation dont il a été question page 195, fig. 24, et qui amène la multiplication de cellules déjà individualisées par scission de leur noyau et de leur corps, est directement comparable à celle du vitellus et des globes vitellins (p. 190 et suiv., fig. 20 à 23) dans laquelle le noyau et le corps cellulaire périphériques se divisent successivement ou simultanément. Mais dans le cas dont il vient d'être parlé, celui de l'individualisation en cellules qui n'étaient pas délimitées, si la segmentation intercalaire de la matière internucléaire est comparable à la division de la masse du vitellus et des globes vitellins, il y a différence en ce qu'elle a lieu entre des noyaux déjà nés, déjà individuellement distincts et en ce qu'elle ne les atteint pas comme dans le cas précédent. C'est en quelque sorte la généralisation du fait, exceptionnel pour le vitellus, signalé page 193, en note.

(fig. 26, *a*, *b*, *c*, *d*), etc., se produit à l'aide et aux dépens de la substance propre du corps cellulaire à sa superficie, et c'est ce corps même, avec le noyau qu'il englobe (*c*), qui alors représente le contenu de la cellule. 2° Un liquide graisseux, colorant, etc., se produit dans le corps cellulaire (dit *protoplasma*

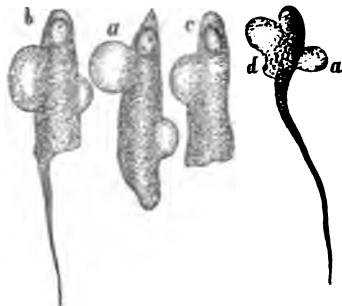


FIG. 26 (*).

par quelques-uns), en s'y creusant ainsi une cavité; alors, c'est la substance même de la cellule qui, repoussée, distendue avec le noyau dans son épaisseur, se trouve ainsi amenée à l'état de paroi ou utricule cellulaire (*épithélium* des glandes sébacées, *cellules du foie gras*, etc.). Il est du reste de ces cellules sur lesquelles la substance segmentée entre les noyaux est si peu abondante qu'elle ne forme qu'une masse ou couche presque imperceptible autour du noyau ou sur l'une de ses faces, en sorte que, lorsque, comme pour les cellules épithéliales de divers conduits aquifères et autres, des échinodermes, des acalèphes, etc., ces cellules portent des cils vibratiles, ces derniers semblent comme directement insérés sur le noyau même et représenter à eux seuls le corps cellulaire (1).

La génération des noyaux d'épithélium et de la matière amorphe qui s'interpose à eux, la segmentation consécutive de cette substance, sont des faits dont l'observation est facile. On peut, à la face interne des tubes propres du rein, des culs-

(1) Voy. Ch. Robin, *Du microscope et des injections*. Paris, 1871, in-8°, p. 733, fig. 193, *b* et *d*.

(*) Cellules de la dentine d'un fœtus humain, avec (*b*,*d*) ou sans (*a*, *c*,) prolongement hyalin, gonflées par le contact de l'eau et montrant à divers degrés le soulèvement vésiculeux de leur paroi cellulaire (*a*, *a*) (voyez page 94).

de-sac de la mamelle, des glandes salivaires, etc., en suivre toutes les phases sur un même animal souvent aussi bien que sur un seul rein, une seule mamelle, etc. Ils ne sont pas autres au fond, dans ces conditions, qu'à la surface des téguments séreux, cutanés ou muqueux; mais ils offrent pourtant ici une plus grande importance au point de vue de la netteté qu'ils donnent à la démonstration d'un autre fait général concernant l'arrivée des épithéliums à l'état cellulaire.

Il est on ne peut plus manifeste, en effet, à la face interne de la paroi propre des tubes du rein, des glandes sudoripares, etc., dont la substance est entièrement homogène et des plus nettement isolables que ni les noyaux d'épithélium, ni la matière amorphe interposée qui va se segmenter, ne sont une provenance de cette paroi non plus que de cellules ou de noyaux quelconques. La scission prolifiante, ni la génération endogène, etc., ne peuvent être invoquées ici comme phénomènes établissant un lien généalogique entre des éléments préexistants et soit ces noyaux, soit la matière amorphe qui va bientôt s'individualiser en cellules épithéliales de ces parenchymes ou des téguments (1).

Ainsi, ni les noyaux, ni la substance amorphe apparue entre eux ne sont une provenance, une prolification ou prolifération de cellules à la superficie des tubes et des membranes précédentes. Le fait consécutif, c'est-à-dire la segmentation de la matière amorphe entre chaque noyau, conduisant ici, aussi nettement que sur le vitellus à l'individualisation de cette substance en cellules distinctes et séparables, achève de prouver encore péremptoirement que la génération de ces cellules n'est point une *prolifération* par scission, ni par gemmation ou par génération endogène. N'oublions pas surtout que c'est après cette segmentation, mais après elle seulement, que la substance d'abord interposée aux noyaux acquiert par ce fait les caractères qui l'amènent à répondre à la définition du

(1) Voilà donc tout un groupe important de cellules qui, dans des régions nombreuses et très-étendues, échappent à l'hypothèse d'après laquelle tout élément anatomique se rattacherait par un lien généalogique direct à une cellule ou à un noyau antécédent. Cette vaste exception n'est pas moins manifeste lorsqu'on voit, sur l'embryon même, où, quand et de quelle manière naissent certains éléments anatomiques des tissus constituants, tels que les parois propres des culs-de-sac glandulaires, les éléments osseux, etc. (Voy. p. 125 et suiv.)

protoplasma cellulaire (voy. p. 7), donnée comme classique dans beaucoup d'écrits modernes. Mais nous avons déjà dit que c'est un *corps cellulaire* qui s'individualise ainsi, et non le liquide intra-cellulaire que le mot *protoplasma* a primitivement et exactement désigné.

ARTICLE V. — DU RÔLE DE LA SEGMENTATION DANS LA PRODUCTION DES COUCHES ÉPITHÉLIALES NORMALES ET MORBIDES.

Tout épithélium cellulaire commence donc, par suite même du mode d'individualisation des cellules, par être polyédrique plein, c'est-à-dire sans cavité distincte d'une paroi et contigu aux éléments semblables avec lesquels il était en continuité de substance avant la segmentation de celle-ci. Il demeure tel pendant toute la durée de son existence, ou en se développant il devient, soit lamelleux, c'est-à-dire *pavimenteux* proprement dit, soit *sphérique*, soit enfin *prismatique* (*cylindrique*).

On comprend, d'après ce qui précède, comment il se fait que, faute de segmentation intercalaire, on peut ne trouver qu'une couche d'épithélium nucléaire (avec ou sans matière amorphe entre les noyaux) sur des surfaces qui, dans d'autres circonstances, correspondant à l'état normal ou à une période évolutive plus avancée, sont tapissées par un épithélium cellulaire polyédrique ou prismatique (1).

Ainsi, au moment de leur individualisation, les cellules épithéliales se présentent toujours sous la forme d'un corpuscule polyédrique, finement grenu, grisâtre, plein, sans cavité distincte de la paroi; corps ou cellules s'individualisant, se délimitant par segmentation intercalaire d'une couche de substance amorphe parsemée de petits noyaux pâles, dans laquelle les sillons ou plans de scission passent à peu près à égale distance de chaque noyau. Il est rare, mais non sans exemple, que ces plans de division soient courbes de manière à limiter çà et là des cellules sphériques à côté d'autres présentant nécessairement des faces concaves; aussi est-ce à tort qu'on a dit que

(1) Ch. Robin, *Tableaux d'anatomie*, 1850, in-4, 10e tableau; *Sur quelques hypertrophies glandulaires* (Gaz. des hôpit. Paris, 1852); *Sur le tissu hétéradénique* (Gaz. hebd. Paris, 1855, t. III, p. 35), et *Des éléments anatomiques et des épithéliums*. Paris, 1867, in-8, p. 105 et suivantes.

ces cellules épithéliales étaient primitivement sphériques pour devenir polyédriques par pression réciproque. Elles sont, au contraire, plus régulièrement polyédriques au moment de leur individualisation qu'elles ne le seront jamais.

C'est de la sorte du reste que (sauf les cas de reproduction cellulaire indiqués p. 194) s'individualisent toutes les cellules épithéliales quelconques, pour devenir, par les phases ultérieures de leur développement, lamelleuses, sphériques ou prismatiques, sans que jamais la présence d'une cavité y soit primitive; et cela par suite même de ce mode d'élimination et d'individualisation de l'élément ayant forme de cellule.

Les plans de division deviennent, une fois ce phénomène achevé, les plans ou surface de contiguité réciproque des cellules tant qu'elles sont encore juxtaposées. Ils se montrent sous forme de sillons ou de lignes grisâtres, souvent très-pâles, difficiles à voir sur l'animal vivant ou sur l'épithélium encore frais. Mais ils deviennent plus foncés, plus nets, quand les cellules se sont durcies et sont devenues plus granuleuses, par suite des premières modifications cadavériques qu'elles présentent après leur ablation ou après la mort de l'animal (voy. p. 89). Certains sels, l'azotate d'argent surtout en se décomposant et se précipitant à la surface de ces cellules, qu'ils colorent, donnent à ces lignes (marquant les surfaces de contact réciproque des cellules) une plus grande épaisseur et une teinte foncée. Cet aspect artificiel a, par erreur, été décrit et figuré comme dû à la présence d'un *ciment* (*Kittsubstanz*) intercellulaire, destiné à unir les cellules entre elles, mais par des auteurs ne connaissant pas les modes de génération et d'individualisation des épithéliums (1).

(1) Dans ce cas, non plus que dans tout autre, en effet (voy. p. 196 et 224), la division amenant l'individualisation ne laisse entre les segments ou cellules une trace de couches intercellulaires ou cimentaires. La comparaison de l'action de l'azotate d'argent sur les cellules individualisées tant récemment qu'anciennement prouve aussi que ce prétendu ciment, si singulièrement imaginé, ne se produit pas non plus postérieurement à cette segmentation. Sur l'absence du prétendu ciment intercellulaire (*Kittsubstanz*), voy. Ch. Robin, art. ÉPITHÉLIUM du Dictionn. d'hist. nat. de d'Orbigny, 2e édit. Paris, 1867, in-8, t. V, p. 578; *Des éléments anatomiques*. Paris, 1868, in-8, p. 106. *Sur l'épithélioma des séreuses* (Journ. d'anat. et de physiol. Paris, 1869, in-8, p. 260); *Traité du microscope*. Paris, 1871, in-8, p. 310, 416 et 417. Voy. aussi Robinski, *Archiv für Anat. und Physiol.* Berlin, 1871, in-8, et *Journ. d'anat. et de physiol.* Paris, 1872.

Cette *individualisation des cellules épithéliales par segmentation de la matière amorphe* épithéliale entre les noyaux qu'elle écarte, s'observe aussi dans les épithéliomas, et principalement dans ceux qui, à la surface ou dans la profondeur des tissus, offrent l'aspect papilliforme. La matière des papilles de production morbide, ainsi que la couche plus ou moins épaisse qui les supporte et avec laquelle elles sont en continuité de substance, ont une même composition anatomique. Elles sont formées d'une matière homogène, finement granuleuse, assez transparente, nettement limitée à la surface des papilles. Dans toute l'épaisseur de ces dernières et de la couche ou masse qui les supporte, cette matière est parsemée d'une quantité en général assez considérable de noyaux plus ou moins gros, selon les régions, pourvus ou non de nucléole, suivant les cas dont il s'agit. Il est des points où l'on trouve ces noyaux contigus les uns aux autres, mais généralement ils sont écartés d'une manière à peu près égale par cette matière amorphe d'aspect uniforme et finement granuleuse qui en même temps les retient unis les uns aux autres. En examinant de leur surface vers la profondeur ces saillies papilliformes et la masse qui les supporte, toutes deux dépourvues de vaisseaux, on peut suivre toutes les phases de la segmentation (1).

A la surface même, on trouve des cellules épithéliales plus ou moins aplaties, bien délimitées et s'isolant avec assez de facilité, quoiqu'elles soient pressées les unes contre les autres. Au-dessous, les cellules plus adhérentes ne peuvent être séparées qu'avec difficulté, et l'on arrive peu à peu à des points

(1) Le phénomène remarquable qui vient d'être décrit suffirait à lui seul, indépendamment de beaucoup d'autres, pour prouver qu'il n'est pas vrai que toute cellule naisse d'une autre cellule, car la substance amorphe qui se segmente, entre les noyaux ne compte pas au rang des provenances cellulaires proprement dites. Il n'est donc pas exact de dire : *Omnis cellula a cellula* et de nier la formation d'une cellule par une substance non-cellulaire (Virchow, *La pathologie cellulaire*, trad franç. Paris, 1861, in-8, p. 23, 24, 296, 338, 539, etc.). Ce n'est pas là non plus une scission de cellule débutant par celle du nucléole, suivie de celle du noyau et du corps de la cellule, mais il y a au contraire division d'une substance amorphe entre des noyaux que respectent les écartements moléculaires qui se présentent sous forme de plans ou lignes de segmentation et qui donnent ainsi une individualité à autant d'éléments sous forme de cellules qu'il y a de noyaux préexistants, ou à peu près.

situés dans la profondeur, où entre les noyaux se produisent des plans de division ou de séparation de la substance homogène qui se rencontrent sous des angles obtus, mais bien délimités, et partagent ainsi la substance amorphe en corps ou masses de cellules, assez régulièrement polyédriques, ayant pour centre l'un des noyaux indiqués précédemment. A mesure qu'on suit les plans plus avant vers la profondeur, on les trouve de moins en moins foncés, moins nettement prononcés, et on voit les lignes grisâtres qui les indiquent sous le microscope, se perdre insensiblement dans la substance amorphe, uniformément granuleuse et parsemée de noyaux (p. 204).

Dans les points où deux et même trois ou quatre noyaux sont plus rapprochés qu'ailleurs, assez souvent il ne se forme pas de sillons entre chacun d'eux, mais seulement autour d'eux tous comme centre. Il en résulte alors des cellules ayant deux ou plusieurs noyaux, généralement plus grandes que les autres. Il peut, du reste, se faire que ce phénomène ait lieu sans que les noyaux se touchent, c'est-à-dire que la division embrasse deux ou plusieurs noyaux écartés l'un de l'autre ; il en résulte encore une grande cellule contenant plusieurs noyaux, parce qu'il ne s'est pas produit de sillon entre ceux-ci.

La connaissance de ces phénomènes physiologiques pouvait seule rendre compte de l'existence des cellules épithéliales et autres à deux, trois ou quatre noyaux, etc., telles qu'on en trouve normalement dans les bassinets, le foie, le pancréas, etc. Elle seule pouvait faire juger ce que ces cellules représentent aux points de vue normal et pathologique par rapport aux cellules pourvues d'un seul noyau. Bien que cette production de cellules à plusieurs noyaux, à côté de celles qui n'en possèdent qu'un, soit plus fréquente à l'état morbide que dans les organes sains, leur mode de naissance par segmentation de la matière amorphe interposée aux noyaux, ayant lieu accidentellement autour de plusieurs de ceux-ci et non autour d'un seul, prouve en outre que les cellules qui ont des noyaux multiples ne sont point pour cela seul des éléments *hétéromorphes*, lors même qu'on les observe dans des tumeurs.

Il y a même des tumeurs de ce genre dans lesquelles la segmentation, circonscrivant une masse cellulaire volumineuse,

à noyaux nombreux, s'accomplit autour d'un ou deux noyaux situés dans cette masse. Il en résulte la production d'une énorme cellule épithéliale dans laquelle en sont incluses une ou deux autres, autour desquelles parfois se forme un peu de liquide hyalin qui les amène à être flottantes dans une excavation qu'elles remplissent en partie (1).

(1) Des faits de ce genre ont été parfois décrits comme exemples de *génération endrogène intra-cellulaire* ou *intra-utriculaire* (c'est-à dire de naissance d'une cellule dans une autre cellule). On sait de plus que les grandes cellules épithéliales enclavées, devenues vésiculeuses de beaucoup d'épithéliomas, des séreuses enflammées, des pustules vaccinales et varioliques, etc., renferment souvent des leucocytes (Ch. Robin, art. LEUCOCYTE du *Dict. encyclopéd. des sciences médic.*, 1867, p. 257). Or il est à remarquer qu'il s'agit ici de la naissance de cellules dans les cavités accidentelles qui se sont creusées au sein de la masse ou corps de cellules qui n'ont pas de cavité distincte de la paroi; cavités accidentelles dont le contenu s'est trouvé avoir les qualités d'un blastème donnant naissance par genèse à d'autres cellules, etc. Mais il n'y a jamais genèse de cellules dans la cavité d'une autre cellule animale semblable offrant naturellement une cavité distincte de la paroi; en d'autres termes, ce qu'on a nommé génération intra-utriculaire ou génération endogène, n'existe pas comme mode régulier et fréquent de production des cellules dans les animaux. Il est assez commun dans les plantes, surtout sous la forme dite de *productions vésiculaires* par Trécul. A une époque où l'on croyait le contraire, Schleiden, *loc. cit.* (Archiv. für Anat. und Physiol. Berlin, 1838, in-8, p. 162, et Schwann, *loc. cit.*, 1838, p. 11 à 27, avaient, comme Turpin (voy. la dernière partie), donné le nom de *cellules mères* aux cellules qui en renfermaient d'autres semblables à elles, mais plus petites, et celui de *jeunes-cellules* ou *cellules jeunes* à celles-ci. Ces expressions ont été adoptées depuis, et aux dernières on a souvent substitué celle de *cellules filles* (Kölliker, *Entwickelungsgeschicte der Cephalapoden*. Zurich, 1843, in-4, p. 142). Elles sont justes à la rigueur lorsqu'il s'agit : 1° de la segmentation ou scission d'*une cellule* en deux autres cellules semblables, sauf le volume (voy. p. 196, fig. 24); 2° elles le seraient si on prouvait la genèse d'une ou de plusieurs cellules *de même espèce que celle* dans la cavité de laquelle elles naissent, comme celle des cellules épithéliales naissant dans la cavité accidentelle d'une autre cellule épithéliale. Mais elles seraient inexactes si on les appliquait aux *cellules épithéliales* dans les vacuoles desquelles naissent des *leucocytes*, car ces dernières cellules, étant d'une *espèce* autre que les premières, ne sauraient être considérées comme leur descendance. Depuis Schwann aussi (*loc. cit.*, p. 54-55), le nom de *cellule-mère* a été appliqué à l'ovule, dont le vitellus, par sa *segmentation*, s'individualise en cellules embryonnaires (voy. Ch. Robin, *Des végétaux parasites*, 1853, p. 241 et suiv.; et *Journ. de physiol.*, 1862, p. 77 et suiv., et p. 315 et suiv., et ci-dessus p. 184). Mais il est manifeste que les expressions de *cellule mère* et de *cellule fille*, appliquées à l'ovule d'une part et aux cellules embryonnaires de l'autre, sont aussi inexactes dans ce cas que dans celui des leucocytes naissant dans une cellule épithéliale; car, dans tous les cas, les *cellules embryonnaires* (p. 200) diffèrent autant de l'ovule que les leucocytes des cellules épithéliales; ce sont évidemment des cellules d'une espèce toute différente de celle que l'ovule représentait avant la segmentation. L'individualisation en cellules du *vitellus*, matière déjà née, n'est pas, en effet, une génération; c'est une *individualisation* qui est *intérieure* au lieu de se faire dans des

Dans les tumeurs épithéliales comme dans les couches épidermiques stratifiées, la segmentation de la matière amorphe entre chaque noyau et autour d'eux comme centre, progresse de la superficie vers la profondeur; à mesure que les cellules de la surface se délimitent et s'isolent mieux, elles se détachent et tombent par desquamation. De là résultent plusieurs phénomènes pathologiques, reconnaissant tous la même cause et inexplicables avant que cette propriété fût connue. Tel est, par exemple, le phénomène d'ulcération, d'augmentation de profondeur de l'ulcère à la surface, tandis qu'au-dessous de lui naît et s'avance au sein des tissus sous-jacents la substance amorphe, avec les noyaux qui se produisent par genèse, et autour desquels se continue peu à peu la segmentation, telle qu'elle vient d'être décrite.

C'est à ces faits élémentaires : 1° de production progressive de matière amorphe finement granuleuse entre les éléments des tissus voisins ou à leur place, à mesure qu'ils s'atrophient et disparaissent; 2° de genèse (ayant lieu avant ou en même temps que celle de la substance précédente) de noyaux dans cette matière amorphe, avec segmentation de celle-ci autour de ces derniers, d'où résulte l'individualisation de cellules épithéliales, qu'on a donné le nom d'*infiltration* des épithéliums dans la profondeur des tissus.

Ces deux phénomènes élémentaires sont aussi la cause qui fait que les tumeurs épidermiques ou les tumeurs d'origine glandulaire ulcérées envahissent les tissus voisins ou sous-jacents. C'est là le *mécanisme*, le mode physiologique d'après lequel a lieu cet *envahissement* si fatal, qu'on a cherché à expliquer par tant d'hypothèses bizarres faute d'en avoir connu

couches libres ou extérieures à toute enveloppe, comme dans les cas que nous venons d'examiner p. 202 et 208. Pour le vitellus même elle peut devenir telle, comme on le voit chez les animaux (*Purpura*, etc.), dont le vitellus sort de la membrane vitelline, normalement rompue, avant que sa segmentation amène son individualisation en cellules embryonnaires, fait qui a lieu ainsi librement dans le liquide ambiant. Admettre comme fait général la naissance des cellules dans un élément plutôt qu'au dehors n'explique rien tant qu'on ne la voit pas et ne la décrit pas. Ce n'est qu'une manière de reculer la difficulté, soit au point de vue de l'origine des principes, à l'aide et aux dépens desquels a lieu la génération, soit sous celui du mode dont l'apparition survient, ce que Turpin et De Mirbel ont seuls compris en admettant que ce fait consistait en une *gemmation interne* (voy. aussi p. 183 et 184).

la cause naturelle, qui elle-même exigeait, pour être déterminée, qu'on sût comment s'individualisent normalement les cellules.

Les phénomènes précédents nous rendent compte encore de la marche physiologique de l'*ulcération*, avec agrandissement en largeur et en profondeur, de certaines productions morbides ulcéreuses qui, sans jamais former de tumeurs ou après avoir eu quelque tumeur épithéliale ou glandulaire pour point de départ, envahissent les tissus circonvoisins.

Lorsqu'il s'agit, par exemple, des ulcères cutanés ou d'une muqueuse pourvue de papilles, on observe ce qui suit. La substance des papilles qu'on trouve au fond de l'ulcère, ainsi que le tissu qui les supporte, dans une épaisseur à peu près égale à la hauteur de celles-là, sont formés d'une substance homogène finement granuleuse, assez transparente, nettement limitée à la surface extérieure. Cette substance est parsemée dans toute l'épaisseur des papilles et de la couche sous-jacente d'une quantité considérable de noyaux ovoïdes longs de 8 à 11 millièmes de millimètre, presque tous pourvus de un ou deux nucléoles. Ces noyaux sont quelquefois contigus. Ils donnent à tout ce tissu un aspect très-remarquable : à la surface des plus longues papilles, la substance amorphe granuleuse indiquée précédemment est segmentée de manière à représenter des cellules pavimenteuses, ou mieux polyédriques, pressées les unes contre les autres, ayant chacune pour noyau l'un de ceux qui viennent d'être décrits; quelquefois, une de ces cellules offre deux ou plusieurs noyaux. Sur quelques-unes de ces papilles, on voit les cellules de la surface en parties détachées et sur le point de tomber par desquamation pendant qu'une de leurs extrémités adhère encore à celles qui sont placées au-dessous. Dans l'épaisseur de ces papilles, mais surtout dans la couche sous-jacente pourvue des mêmes noyaux, se voient souvent des globes épidermiques assez nombreux; les uns, simples, offrent un petit nombre de couches concentriques de cellules, et leur diamètre ne dépasse pas 8 à 9 centièmes de millimètre; les autres, composés de deux ou trois des précédents, sont réunis par une couche commune superficielle et atteignent jusqu'à 2 et 3 dixièmes de millimètre de longueur.

Les papilles sont dépourvues complétement de vaisseaux, et la couche qui les porte n'en présente que dans sa profondeur. Au-dessous de cette couche, on voit la substance amorphe granuleuse parcourue par des faisceaux de fibres du tissu lamineux de plus en plus abondantes, à mesure qu'on approche des parties sous-jacentes. Bientôt la matière amorphe diminue, et, entre la trame des fibres lamineuses et de capillaires, se trouvent interposés des amas nombreux de petits noyaux maintenus agglomérés par une matière amorphe finement granuleuse. Ce tissu ainsi constitué et renfermant une quantité considérable de ces derniers éléments anatomiques (matière amorphe et noyaux embryoplastiques dits cytoblastions) forme environ les 8 ou 9 dixièmes de l'épaisseur du produit morbide, suivant les points. Ainsi cet ulcère a pour base un tissu particulier, gris, dur, lardacé, sans suc, et différent de structure à la surface et dans la profondeur. La profondeur représente le derme, mais avec multiplication en proportion considérable des noyaux embryoplastiques, très-peu nombreux à l'état normal; la surface correspond évidemment à la couche papillaire, et si cette couche est ici plus épaisse qu'à l'état sain, elle n'a augmenté d'épaisseur que proportionnellement à la portion dermique sous-jacente. Cette couche papillaire est conservée malgré l'excavation, souvent profonde de 1 centimètre et plus, que présente l'ulcère; mais cette couche diffère de l'état normal plus encore que la portion dermique, car il n'y a point seulement multiplication d'un de ses éléments, il y a production jusque dans l'épaisseur des papilles des noyaux d'épithélium. La surface même de ces papilles, en se segmentant par division de la substance interposée aux noyaux, *fournit à la production incessante des cellules qui, en se desquamant, approfondissent de plus en plus l'ulcère* (1). Mais pourtant la couche papillaire elle-même ne disparaît pas, parce qu'à mesure qu'elle perd à sa surface, elle gagne en profondeur, aux dépens de la portion dermique sous-jacente, qui en fait autant à l'égard du tissu sain sur lequel elle repose. Telle est la marche physio-

(1) Voy. Ch. Robin, *Sur la génération des éléments anatomiques* (Journ. d'anat. et de physiol. Paris, 1854, in-8); et Lorain et Ch. Robin, *Moniteur des hôpitaux*. Paris, 1855.

logique de cette *ulcération*, de l'agrandissement en profondeur et en largeur de la plaie. Presque toujours, lors de l'ablation de ces tumeurs, il reste une quantité plus ou moins considérable de la substance épithéliale parsemée de noyaux, qui, en voie de segmentation intercalaire, n'est pas encore atteinte par celle-ci. Assez consistante en ce moment, elle passe en un ou deux jours à l'état de diffluence et de demi-liquidité ; c'est alors qu'elle suinte à la pression en entraînant les noyaux restés libres et quelques cellules, et qu'elle constitue le suc des tumeurs dites cancéreuses.

ARTICLE VI. — DE LA SCISSION PROLIFIANTE DES NOYAUX.

Dans bien des circonstances normales et accidentelles, mais surtout dans ces dernières, au sein des tumeurs, on peut voir la segmentation s'accomplir sur des noyaux libres, plus ou moins hypertrophiés, interposés à d'autres éléments ou au milieu d'une substance amorphe.

Cette scission du noyau a lieu parfois dans les fibres-cellules, celles de l'utérus particulièrement, *sans qu'il y ait division du corps de l'élément* (fig. 27, *e*). On l'observe aussi sur les noyaux qui occupent le centre des faisceaux striés en voie de développement, les myélocytes, les noyaux embryoplastiques et sur les noyaux libres d'épithélium, surtout dans les tumeurs (1).

(1) Valentin a entrevu des noyaux en voie de scission (*Zur Entwickelung der Gewebe, der Muskel, der Blutgefässe und des Nerven-Systems* in Archiv. für Anat. und Physiol. Berlin, 1840, in-8, p. 219). Henle les a vus également et les appelle *noyaux scissiles* (*loc. cit.*, 1843, p. 156). Depuis lors, divers auteurs les ont signalés, et Valentin lui-même les a décrits et figurés ainsi que des cellules se segmentant (R. Wagner, *Handwörterbuch der Physiol.*, art. Gewebe. Braunschweig, 1852, in-8, t. I, p. 629 et 630, fig. 95, et en note, fig. 63, 65 et 91 *a*). C'est à cette scission des noyaux et des cellules, ainsi qu'à la segmentation intra-cellulaire, dite génération endogène (voy. p. 212) et considérée à tort comme mode général de génération normale et pathologique des éléments anatomiques que quelques auteurs modernes ont donné le nom de *prolifération*. Cette expression, empruntée à la tératologie végétale, a été ici détournée de son acception reçue, qui est la désignation de la production d'une fleur soit stérile, soit féconde, ou d'un bourgeon foliaire par l'axe d'une fleur ou d'un fruit. L'anomalie une fois produite s'appelle *prolification* florifère, fructifère ou frondifère. Malgré ce que sembleraient faire croire certaines descriptions écrites sous la domination des hypothèses dites de la *génération endogène* d'une part et de la *prolifération* ou mieux scission de cellules d'autre part, on chercherait en vain des exemples de ces modes fictifs ou réels de génération des

Les phases du phénomène sont les suivantes :

Un sillon, sous forme d'une ligne étroite, foncée, à peine perceptible, se montre transversalement vers le milieu du noyau, sans que pourtant il coïncide toujours exactement avec ce milieu. Celui-là se trouve ainsi divisé en deux moitiés égales dans le premier cas, un peu inégales dans le second. Bientôt à la périphérie du noyau, vers les deux extrémités du

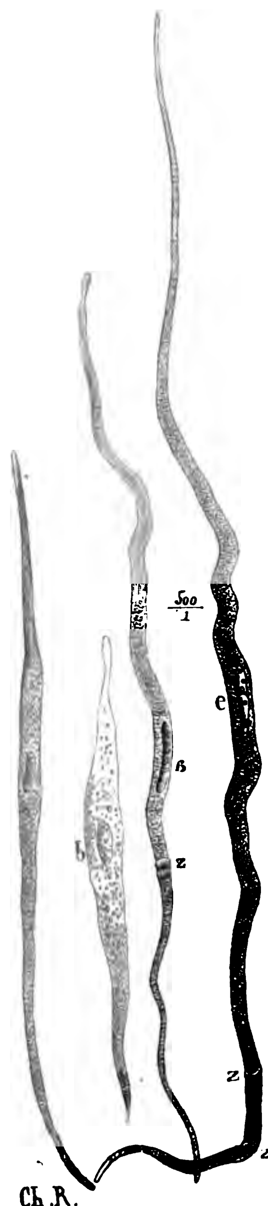


FIG. 27 (*)

éléments sur les cellules nerveuses unipolaires ou multipolaires, sur les fibres cellules, les cellules fibro-plastiques fusiformes ou étoilées, des tissus lamineux et élastique, etc. Ce n'est par conséquent pas à ce mode de production des éléments qu'on peut rapporter leur multiplication pendant l'accroissement normal ou non. La génération embryonnaire ou accidentelle des tubes propres des parenchymes glandulaires et non glandulaires dont on peut suivre toutes les phases sur le fœtus échappe à plus forte raison à ces hypothèses (voy. Ch. Robin, *Mémoire sur le tissu hétéradénique*. Paris, 1855, in-8, p. 8), en tant que provenance de noyaux ou de cellules quelconques, par scission, génération endogène ou autrement. Voyez aussi Reinhardt, *Ueber die sogennante Spaltbarkeit der Kerne* (Archiv. für Pathologischen Anatomie. Berlin, 1848, in-8, p. 528). — Virchow, *Ueber die Theiluug der Zellenkerne* (Archiv für Pathol. Anat. Berlin, 1857, in-8, t. XI, p. 89). — Kölliker, *Ueber secundäre Zellenmembran* (Verhandlungen der phys. medic. Gesellsch. in Würzburg, 1857, in-8, t. VIII, p. 233). — Stricker, *Handb. der Lehre von den Geweben*, etc. Leipzig, 1868, in-8. — Rollet, *Ueber elementar Theile und Gewebe* (Institute für Physiol. und Histologie in Graz. Leipzig, 1871, p. 111). — Eimer, *Zur Kenntniss vom Baue des Zellkerns* (Archiv. für mikrosk. Anat. Bonn, 1871, in-8, t. VIII, p. 141.

(*) Fibres-cellules de l'utérus d'une femme morte vers la fin du troisième mois de la grossesse. *z*, *z*, renflements ou nodosités qu'on trouve sur beaucoup de fibres-cellules ; *a*, forme ordinaire des noyaux ; *b*, fibres-cellule plus courte et plus large, un peu granuleuse ; *e*, fibre-cellule à noyau nucléolé segmenté en deux.

sillon transversal, se voient deux légères dépressions, indiquant un étranglement circulaire. Généralement elles restent peu profondes, parce que la division en deux moitiés de la substance du noyau s'opère au niveau du sillon par l'action moléculaire nutritive qui limite en les séparant la surface de ces deux moitiés, et les laisse même souvent adhérentes par simple contiguïté, lorsque déjà la séparation est complète depuis plus ou moins longtemps.

Dans les tumeurs composées exclusivement de noyaux embryoplastiques ou dans celles qui en renferment beaucoup dans une trame fibreuse ou fibroïde, il est commun de trouver des noyaux embryoplastiques en voie de multiplication par segmentation ou scission. Vers le milieu exactement ou à peu près du noyau, on aperçoit un léger sillon clair ou grisâtre selon le point où l'on se place, sillon qui indique les premières phases du phénomène. Tantôt il est tout à fait transversal, d'autre fois au contraire il est plus ou moins oblique par rapport au grand axe du noyau. Peu à peu ce sillon devient de plus en plus profond, et on aperçoit une dépression circulaire qui à la périphérie du noyau se voit sous forme d'une incisure plus ou moins profonde. Sur les noyaux où ce phénomène est plus avancé, on constate un véritable étranglement plus ou moins profond, et quelquefois même on voit les deux nouveaux noyaux ne tenir l'un à l'autre que par une portion de substance presque insignifiante. C'est habituellement entre deux nucléoles que se montre le sillon, ou sur le côté du nucléole qui existait quand le noyau n'en possédait qu'un ; alors l'un des deux nouveaux noyaux embryoplastiques conserve l'ancien nucléole, et l'autre n'en possède pas. Il n'est pas rare, du reste, de voir cette scission s'opérer sur des noyaux dépourvus de nucléole. Ce mode de multiplication des noyaux embryoplastiques s'observe principalement sur ceux d'entre eux qui sont très-allongés, clairs, peu granuleux. Toutefois on en voit de régulièrement ovoïdes se segmenter aussi en deux, mais toujours ils ont atteint ou dépassé plus ou moins le volume de ceux qui ne se segmentent pas.

Dans quelques circonstances, on peut reconnaître que la scission du noyau ne s'opère pas circulairement de la surface

vers l'axe, mais s'avance graduellement sur une partie de la

CH.R. Y sc.

FIG. 28 (*).

(*) Cellules d'une tumeur du sein récidivée trois fois, mélangées à d'autres plus petites. Tous les noyaux libres ou inclus sont vésiculeux; bien qu'il n'y ait pas de mouvement brownien dans leur intérieur, on peut les voir se flétrir au contact d'une solution concentrée de sel marin. etc., et on peut par la pression faire mouvoir leur contenu. *a*, noyau libre à contour sinueux, rétréci en bissac vers le milieu et bilobé à une de ses extrémités, avec deux nucleoles énormes, allongés. irréguliers. Ces noyaux pâlissent beaucoup dans l'acide acétique et leurs nucléoles également. Ceux-ci se dissolvent lorsqu'on met beaucoup d'acide. La substance de ces nucleoles est visqueuse ; on peut, par la pression, les étirer et les diviser ; *b*, cellule irrégulière contenant un gros noyau en bissac, avec plusieurs nucléoles à chaque extrémité et deux expansions ou gemmes en forme de hernie, pourvues chacune de plusieurs nucléoles; *c*, autre cellule avec un noyau long de 0mm,073 et large de 0mm,030, pourvu de gros nucléoles à chaque bout ; *d*, autre cellule irrégulière à cinq noyaux de volumes divers, dont le plus gros est en voie de segmentation entre ses deux nucléoles ; *f*, cellule polyédrique pourvue d'un noyau énorme, arrondi sur un de ses côtés ; *e*, cellule presque remplie par un gros noyau, à trois nucléoles, et bilobé à l'une de ses extrémités ; *g*, noyau libre flétri, peu régulier, ayant un gros nucléole allongé flexueux (voyez pages 69 et 78 les détails concernant les particularités offertes par ces noyaux) ; *h*, noyau libre vésiculeux pourvu d'expansions ou gemmations diverses qui lui sont rattachées chacune par un pédicule étroit et sont pourvues de un ou plusieurs nucléoles ; *i*, autre noyau volumineux pourvu d'une expansion déjà pédiculée et de plusieurs autres qui ne le sont pas encore ; *n*, *n*, noyaux vésiculeux plus petits que les précédents, pourvus d'expansions, tous en voie de gemmation ou de segmentation.

circonférence vers l'épaisseur du noyau, comme le ferait une incision pratiquée sur le côté d'un cylindre (fig. 28, *n*). C'est ce que prouve l'examen de certains noyaux dans lesquels une ligne très-étroite, foncée, limitée de chaque côté par deux lignes plus claires, s'avance du fond d'une petite dépression latérale jusque vers le milieu, ou au delà, de l'épaisseur du noyau, mais sans atteindre le côté opposé de ce corps. Ce sont les noyaux devenus plus volumineux que les autres qui sont le siége de ce phénomène, et surtout dans certaines conditions morbides. Nous aurons, du reste, à revenir longuement sur la manière dont s'accomplit cette scission en parlant de l'origine cellulaire des nerfs et des muscles. Pour sa durée, voy. p. 192 et 193.

Il importe de faire remarquer, en terminant ce sujet, qu'en dehors du cas des cellules épithéliales et cartilagineuses dont il a été parlé plus haut (p. 196), la scission du noyau intracellulaire n'entraîne pas la division des cellules, dans les animaux du moins. En d'autres termes, une fois produites, les dépendances fibreuses des cellules fibro-plastiques, quand la réplétion adipeuse de certaines d'entre elles est parvenue, alors que le cylindre-axe des cellules nerveuses est formé, les fibres-cellules, les faisceaux striés une fois développés, et ainsi des autres, on peut voir leur noyau se segmenter dans diverses conditions morbides ; mais cette particularité n'amène pas la division du corps périnucléaire, c'est-à-dire de la partie de l'élément qui est essentielle et fondamentale au point de vue de son rôle physiologique et de la part qu'il prend à la formation des organes ; elle n'amène pas en un mot sa multiplication. Elle n'a pour résultat que l'augmentation du nombre (1) des noyaux dans la cellule ou le faisceau strié dont le noyau se multiplie ainsi. On a de la sorte des cellules à plusieurs noyaux, ou même des amas (ou *nids*) de noyaux (fig. 29, *g*) quand ce phénomène se prolonge avec destruction consécutive, partielle ou totale de la substance du corps des cellules ou des faisceaux. Mais jusqu'à présent on n'a pas constaté que ces

(1) Il en est même ainsi dans certaines cellules épithéliales, une fois qu'une paroi pelliculaire s'est produite à leur superficie. Voyez la note p. 205.

noyaux devinssent, comme dans l'état embryonnaire et dans les cas de régénération cicatricielle, un *centre de génération* pour

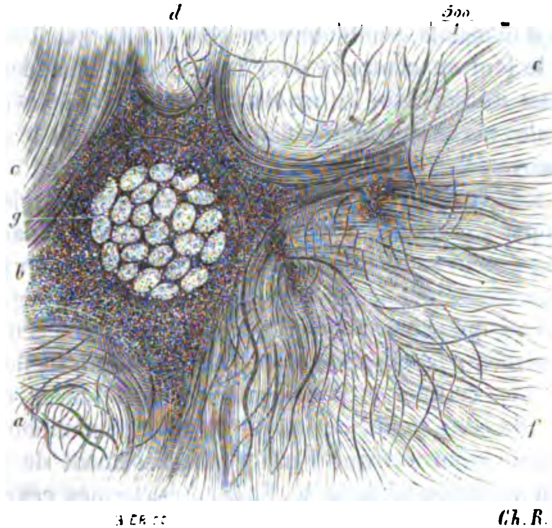


Fig. 29 (*).

(*) Tissu d'une tumeur des côtés du cou, qui offrait par place l'aspect fibreux, ailleurs un aspect blanchâtre et friable. Dans le premier de ces points elle était formée de fibres lamineuses seulement, dans le second, de noyaux et de cellules embryoplastiques seulement, çà et là le tissu précédent était parsemé de masses gélatiniformes, du volume d'une noisette, assez bien limitées, offrant la structure suivante : *a*, *c*, *d*, *e*, *f*, trames de fibres lamineuses minces, peu onduleuses, mais entrecroisées sous des angles très-nets, *ramifiées* assez fréquemment et limitant ainsi des espaces, ou aréoles, qui sont remplis d'une matière amorphe, visqueuse, diffluente, nullement granuleuse, sanf dans certains endroits dont il sera fait mention plus loin. Souvent dans les tumeurs d'aspect colloïde ou partie colloïdes, partie cartilagineuses du cou, etc., on trouve une trame de fibres minces et ramifiées semblables aux précédentes ; dans les portions gélatiniformes, la matière amorphe interposée seulement est plus ou moins ferme, plus ou moins granuleuse ; *b*, portions de la trame plus foncée et plus opaques que les autres par accumulation de fines granulations grisâtres dans les parties où les fibres sont plus abondantes et plus serrées. Il y a souvent des portions de la trame formées de fibres lamineuses également ramifiées et anastomosées, mais plus volumineuses, avec de la matière amorphe transparente interposée ; *g*, amas de noyaux embryoplastiques sphérique (avec interposition de matière amorphe granuleuse) autour duquel s'irradient des faisceaux de fibres minces, génèralement rectilignes, rarement flexueuses, qui s'écartent les unes des autres dans la matière amorphe, à mesure qu'elles s'éloignent du centre d'irradiation et se perdent insensiblement, soit dans la matière amorphe, soit dans le contour d'un amas granuleux voisin. Les amas granuleux, centres d'irradiation larges de 6 à 10 centièmes de millimètre, sont composés tantôt d'un groupe arrondi ou ovoïde de noyaux embryoplastiques entourés de matière amorphe avec ou sans fibres disposées circulairement, tantôt d'un seul noyau entouré d'une plus ou moins grande quantité de matière amorphe. Entre les noyaux embryoplastiques se voient des granulations grisâtres plus ou moins nombreuses et quelquefois des gouttes sphériques de matière visqueuse. Du pourtour de ces amas s'irradient les faisceaux de fibres rectilignes ou flexueuses ; quelquefois ces faisceaux se détachent de l'extrémité d'une des traînées de granulations qui donnent à l'amas central une disposition étoilée. Le long des faisceaux irradiés ou dans la trame de fibrilles ramifiées et entrecroisées, il y a souvent beaucoup de gouttes visqueuses réfractant faiblement la lumière, s'étirant et se déformant de mille manières. Dans certaines de ces tumeurs se voient quelquefois des filaments jaunâtres, d'apparence myélinique (voy. p. 101), ramifiés çà et là et anastomosés, simulant plus ou moins par là des éléments élastiques, mais s'en distinguant par leurs varicosités, etc.

environ autant de nouveaux éléments qu'il s'est produit de noyaux ; on n'a pas vu qu'une cellule fibro-plastique, par exemple, devienne de la sorte le point de départ d'un grand nombre d'éléments, semblables ou non, qui la remplaceraient, comme le font au contraire pour les cellules blastodermiques originelles du névraxe, les myélocytes, centres de génération des cellules nerveuses multipolaires (voy. plus loin le chapitre sur la provenance cellulaire des éléments nerveux).

Dans tous les cas, les noyaux et les cellules une fois individualisés par *segmentation* (ainsi que les cellules apparues par genèse, qui peuvent être aussi le siége d'une division par segmentation ou scission, ou par gemmation) ne se segmentent de nouveau que lorsqu'ils ont atteint ou dépassé leur entier développement, leurs dimensions les plus habituelles. Lors donc que des cellules et des noyaux en reproduisent un autre par suite de cette segmentation ou de cette gemmation, ce fait est un signe montrant que l'entier accroissement de ces éléments est atteint ou dépassé (1). En d'autres termes, ces derniers

(1) C'est ainsi que dans les *bourgeons charnus des plaies*, dans les *granulations tuberculeuses* ou *tubercules miliaires*, nul des noyaux embryoplastiques récemment nés, encore à l'état dit de *cytoblastion* (voyez ci-après le chapitre sur les éléments du tissu lamineux), nul de ces noyaux, dis-je, ne présente des phases de la segmentation ou de gemmation prolifiantes, dont l'accomplissement reste encore à démontrer pour faire admettre qu'ils sont réellement le point de départ de la formation des nombreux noyaux sphériques de plus petit volume qui, accumulés avec une certaine quantité de matière amorphe, etc., constituent le tissu de ces productions. Nul enfin de ces petits noyaux également ne montre les phases d'une scission amenant leur propre multiplication. Aussi, en fait, les expressions de *noyaux en voie de prolifération active*, employées pour signaler l'accumulation dans quelque tissu morbide des éléments ayant forme de noyaux, indiquent simplement que l'auteur qui les emploie a eu sous les yeux la préparation d'un tissu contenant beaucoup d'éléments de cette forme, mêlés ou non de cellules. Mais de ce qu'on voit en quelque point d'un tissu, beaucoup plus de noyaux que dans les parties voisines, il faut se garder d'en conclure que la scission de noyaux tant préexistants que nouvellement individualisés eux-mêmes, vient de finir ou est en voie de s'accomplir, En effet, lorsque cette scission a lieu réellement, on rencontre des noyaux qui ont en quelque sorte été surpris à telle ou telle des phases de leur segmentation (fig. 28, *n*, p. 219) et en montrent toutes les périodes. Or, ce sont toujours des noyaux embryoplastiques ou du tissu cellulaire ayant atteint un volume plus considérable que celui des autres, ovoïdes et plus ou moins allongés, qu'on voit se diviser de la sorte, aussi bien pendant la cicatrisation des parties profondes que dans les bourgeons charnus et dans les tumeurs, mais ce ne sont jamais les plus petits. De plus, ceux de ces noyaux, toujours en nombre restreint à côté des autres, qui viennent d'acquérir ainsi leur individualité, par division de quelqu'un de ces éléments préalablement accrus outre mesure, ne sont pas

phénomènes (caractérisant ce qu'on a nommé la *prolifération* des cellules) ne s'observent que sur les noyaux et les cellules les plus gros, sur ceux de ces éléments qui, nés et doués de leur individualité propre depuis plus ou moins longtemps, dépassent en volume les limites du développement du plus grand nombre. Inversement, et contrairement à ce qu'admettent implicitement ou explicitement quelques hypothèses, on ne voit pas non plus des noyaux, adultes ou non, émettre par scission ou par gemmation des éléments, qui encore très-petits et avant d'atteindre leur développement complet, prolifieraient abondamment de la même manière, soit pour rester tels, soit pour se transformer en individus doués d'attributs anatomiques et physiologiques différents de ceux qu'on dit avoir été leurs antécédents substantiels et le point de départ de leur multiplication ainsi admise.

Ainsi l'apparition des individus nouveaux d'une même espèce d'éléments, tant par scission que par gemmation de noyaux et de cellules déjà individualisés, et d'une configuration déjà nettement déterminée, reste bornée à un nombre restreint de circonstances particulières en ce qui regarde ces formes élémentaires (1).

ARTICLE VII. — DE L'INDIVIDUALISATION DES CELLULES PAR GEMMATION.

Pour achever l'étude des modes de génération des cellules, signalons l'individualisation par gemmation de certaines d'entre

entièrement semblables à ceux qui, bien plus abondants, viennent au contraire d'apparaître par genèse. Ces derniers sont notablement plus petits, sphériques, finement granuleux, sans nucléole. Les autres sont pâles, peu granuleux (souvent pourvus d'un petit nucléole, avant même d'être détachés du noyau dont ils proviennent), plus gros que les premiers et de prime abord irrégulièrement ovoïdes; ils prennent cette dernière forme régulière, sans jamais passer par la configuration sphérique que présentent ceux qui apparaissent par genèse. En résumé, derrière les mots *prolifération active* et *hyperplasie* d'un tissu, on ne trouve que l'indication de la présence de beaucoup de noyaux dans ce tissu, mais nullement la preuve de l'existence des phénomènes de scission prolifiante.

(1) La segmentation et la gemmation sont donc des cas particuliers des phénomènes d'évolution ou de développement d'une partie déjà existante, ayant pour résultat soit l'*individualisation* en éléments anatomiques figurés de substances déjà produites, soit la *reproduction* d'éléments déjà individualisés par scission ou nés par genèse; mais ils ne caractérisent nullement la *production* proprement dite.

elles sur les vertébrés et divers invertébrés, et d'un bien plus grand nombre tant sur les articulés que sur les plantes.

La production des cellules par gemmation commence par le développement préalable d'une saillie à la surface du vitellus dans l'ovule des vertébrés, des mollusques, etc., ou de la cellule qui va en reproduire une autre ; bientôt la base de celle-ci se resserre graduellement jusqu'à séparation complète au niveau du point de sa continuité avec la substance dont elle dérive, comme dans le cas de la production des cellules ou globules polaires ; dans d'autres circonstances elle se divise par un plan de segmentation à ce même niveau, après avoir subi ou non un léger rétrécissement, comme dans le cas de la production des cellules claires du blastoderme, des mollusques, des hirudinées, etc., par les premiers gros globes vitellins (1).

On peut voir des exemples de gemmation dans l'œuf de tous les animaux dont le vitellus se segmente ; elle s'accomplit sur un seul point de ce dernier et avant cette segmentation ; elle a pour résultat la production des *cellules* ou *globules polaires*.

(1) Ce mode d'*individualisation* des éléments anatomiques correspond en fait à ce que Burdach, parlant des organismes complexes en général, appelait *génération accrémentitielle surculaire ou par gemmiparité* tenant de près à la fissiparité, mais en différant en ce que dans la formation des gemmes, il apparaît dès le principe une partie nouvelle affectant une direction qui lui est propre par rapport à l'organisme souche avant de s'en séparer par scission ou par resserrement graduel au point où elle fait corps avec le précédent (Burdach, *Physiologie*, trad. franç. Paris, 1837, in-8, t. I, p. 56). Ce mode de reproduction a été vu depuis longtemps sur les animaux et végétaux inférieurs entiers. Il semble avoir été observé sur des cellules végétales isolées d'abord par Treviranus (Treviranus, *Biologie oder Philosophie der lebenden Natur für Naturforskher und Aerzte*. Gœttingen, gr. in-8, 1805, t. III, p. 286), sur des Tremelles, et par Maerklin, sur des Oscillaires (Maerklin, *Betrachtungen über die Urformen der niedern Organismen*, Heidelberg, 1823, in-8, p. 11). Henle lui donne le nom de *génération exogène* (Henle, *loc. cit.*, 1843, t. I, p. 172); mais elle n'avait été vue que sur des plantes, ainsi qu'il le dit. A côté de ce mode de génération, Burdach place encore celui qu'il appelle *génération propagulaire* ou par *bourgeonnement*, dans lequel un appendice, une partie de l'organisme simple ou composé, organiquement lié avec l'organisme souche, se développe en un nouvel individu qui tôt ou tard se divise et se sépare du précédent (Burdach, *loc. cit.*, 1837, t. I, p. 60). Sur les plantes, surtout les algues, les hépatiques, les embryons de Fougères, etc., le bourgeon est représenté par une saillie conique ou tubulaire d'une cellule dont la cavité communique avec celle de la cellule souche, puis s'en sépare tôt ou tard par cloisonnement. C'est ce mode que Mirbel avait décrit et figuré sous le nom de *développement super-utriculaire* (Mirbel, *loc. cit.*, 1831-1832, in-4, p. 33 et pl. III, fig. 21 à 29).

Ce phénomène débute par le retrait des granules du vitellus sur une portion circulaire de la surface (fig. 30 A, *a*, et 31, *a*),



Fig. 30 (*).

large de 5 centièmes de millimètre ou environ, de manière à

(*) Ovules d'une espèce de Tipulaire culiciforme pondant ses œufs dans un *nidamentum* cylindrique. Le retrait du vitellus s'est opéré à ses deux bouts, et un espace plein de liquide clair existe entre ces extrémités et la membrane vitelline. Grossis 200 fois. Les œufs de cette espèce sont presque cylindriques, arrondis aux deux bouts, un peu aplatis sur une de leurs faces, qui plus tard correspond à la face ventrale ou de la chaîne nerveuse de l'embryon, et un peu courbés ou concaves de ce côté. — Ovule A. *g*, extrémité la plus obtuse montrant un pore ou micropyle entouré d'un cercle pâle. Dans ce petit orifice se trouve engagé un spermatozoïde. Dessiné une heure et demie après la ponte. Il montre à la petite extrémité du vitellus (*a*) une cellule polaire dont la gemmation est déjà assez avancée, et dont la base se rétrécit ; un autre à côté est au début de sa formation. Les globules huileux se sont retirés dans une petite épaisseur de la surface du vitellus, et laissent presque seule une mince couche de substance hyaline finement granuleuse. — Ovule B. L'œuf précédent dessiné une demi-heure plus tard, c'est-à-dire deux heures à deux heures heures un quart après la ponte ; *a*, cinq globules polaires libres et deux en voie de gemmation remplissent à peu près l'espace clair de la petite extrémité de l'œuf ; *b*, la grosse extrémité du vitellus tend à combler l'espace clair de ce côté de l'œuf, et porte des saillies arrondies, en voie de gemmation, de sa substance hyaline ; *c*, globule polaire vu à 500 diamètres et montrant un noyau pâle, arrondi, produit dans son intérieur, soit quelques instants avant sa séparation du vitellus, soit un peu après. Il est à peine apercevable au grossissement de 200 diamètres ; son apparition donne à chaque *globule polaire* les caractères d'une cellule ; *d*, cellule polaire dont le noyau s'est divisé en deux, s'allongeant transversalement et se rétrécissant un peu vers le milieu de sa longueur ; *e*, globule ou cellule polaire venant de se diviser en deux par un plan de segmentation passant par sa partie la plus rétrécie. — Ovule C. Le même œuf une heure plus tard : *a*, Les cellules polaires, devenues plus nombreuses et plus petites, ne s'allongent plus transversalement, et ayant cessé de se segmenter ; *b*, les saillies de la substance hyaline se sont séparées complètement du vitellus sous forme de cellules claires, sphériques, autour de la grosse extrémité de celui-ci ; elles sont encore en voie de gemmation dans tout le reste de la périphérie du vitellus qui se trouve ainsi peu à peu circonscrit totalement par une rangée de cellules, première couche du blastoderme.

laisser la substance hyaline complétement seule et translucide. Au bout de quelques minutes, cette portion transparente forme

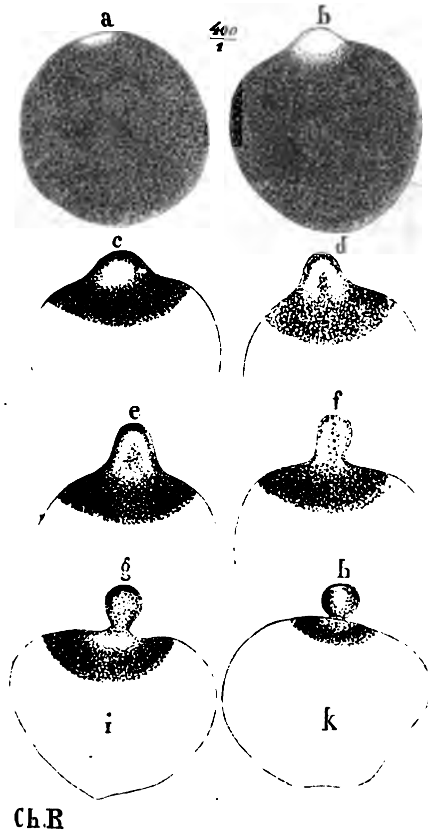


Fig. 31 (*).

une saillie hémisphérique, puis conoïde (fig. 31, *b*, *c*, *d*, *e*). Sa

(*) Phases de la production par gemmation du premier globule polaire de l'œuf de la *Limnæa stagnalis*. *a*, production d'un espace clair par retrait des granules vitellins quinze minutes avant la ponte ; *b*, le même vitellus six à huit minutes plus tard, se déformant et montrant le début de la saillie de la substance hyaline et tenace du vitellus ; *c*, état de la saillie trois à quatre minutes plus tard ; *d*, la même, trois minutes plus tard, les granules vitellins s'avancent vers son centre en suivant son arc ; *e*, la même, trois minutes plus tard ; elle est devenue cylindroïde et les granules s'avancent davantage vers son centre ; *f*, la même, deux à trois minutes plus tard : la base de la saillie commence à se resserrer ; *i*, esquisse du vitellus se déformant incessamment, de trois à cinq minutes plus tard, le globule polaire (*g*) se dessine par suite de réduction à un mince pédicule de la base du prolongement vitellin ; *k*, le même vitellus esquissé trois minutes plus tard (quinze à dix-huit minutes après le début du phénomène en *a*), se déformant davantage encore et montrant le pédicule du prolongement tout à fait segmenté, ce qui achève la production et l'isolement de la cellule polaire (*h*).

base se resserre, ce qui lui donne momentanément la forme d'un cylindre large de 2 centièmes de millimètre environ sur une longueur double (*f*) ; mais bientôt ce resserrement cause un véritable étranglement de cette saillie devenue ainsi pyriforme (*g*) ; au niveau de sa jonction avec le vitellus, elle achève de se séparer rapidement de ce dernier par une division transversale (*h*), tout en lui restant contiguë, ou parce que le rétrécissement progresse jusqu'à séparation complète au niveau de leur continuité (1). Ces phases de l'individualisation de chacun de ces globules par gemmation durent d'une espèce animale à l'autre, de vingt-cinq à quarante minutes pour chacun d'eux.

Ces cellules, comme les prolongements limpides dont elles dérivent, sont d'abord pleines, sans paroi distincte de leur cavité, et le petit nombre de granules vitellins qui passe dans leur épaisseur n'y montre aucune trace de mouvement brownien (*e*, *f*).

Pendant la production de la gemme ou saillie de substance vitelline, qui bientôt se sépare sous forme de globule polaire, il n'apparaît pas de noyau chez ceux de ces animaux dont le vitellus se segmente, tels que les vertébrés, les mollusques, les hirudinées, etc. Mais il est des mollusques, des annélides et des vertébrés sur lesquels on peut voir naître un noyau (ou même 2 ou 3) central ou latéral et même une paroi périphérique qui font passer ainsi à l'état de cellules ces *globules polaires* un ou deux jours après leur individualisation.

Chez tous les vertébrés et beaucoup d'invertébrés, l'apparition de ces cellules est suivie de la segmentation du vitellus, qui a pour conséquence la formation du blastoderme, sur les côtés duquel le globule polaire reste comme un corps étranger à l'évolution fœtale. Mais pour les *Insectes* et les *Aranéides*, le vitellus ne se segmente pas, et toutes les cellules de leur blastoderme naissent par gemmation, à la manière des globules polaires chez les autres animaux (fig. 30, *b*, *b*). De telle sorte que ce mode d'individualisation des cellules embryonnaires, qui est limité à un seul point du vitellus sur le plus

(1) Voy. Ch. Robin, *Journ. de physiol.*, 1862, et Trinchese, *Annali del Museo di Genova*, 1872, in-8, p. 118.

grand nombre des êtres, devient chez les insectes le mode général d'apparition des éléments du blastoderme; par suite, la segmentation du vitellus, considérée comme un phénomène sans exception dans le règne animal, est remplacée dans ces articulés par un autre mode d'individualisation de la substance du vitellus en cellules.

Il est des insectes, tels que les *Tipulaires culiciformes*, chez lesquels, pendant la gemmation des cellules blastodermiques à la surface de leur vitellus, il ne se produit pas de noyau au centre de chaque gemme, et par suite leurs cellules blastodermiques se trouvent dépourvues de noyau (fig. 30, *B* et *C*, *b*, *b*). Il en est d'autres, tels que les muscides, chez lesqnels, au début de la gemmation au centre de chaque saillie, un noyau apparaît par genèse de la même manière que le noyau central du vitellus dont il a été fait mention plus haut, chez les animaux dont cette partie de l'œuf se segmente.

Ainsi la gemmation s'observe encore sur l'ovule des insectes et des aranéides *dont le vitellus ne se segmente pas;* c'est même là que ce phénomène offre le plus haut degré de diffusion connu, si l'on peut ainsi dire; car dans l'ovule de ces articulés elle s'étend à toute la surface du vitellus et a pour résultat la production des cellules juxtaposées qui forment le blastoderme.

La gemmation s'observe encore dans l'ovule de certains animaux dans des conditions fort remarquables en ce qu'elle s'associe en quelque sorte à la segmentation pour l'individualisation du vitellus en cellules. Sur les mollusques gastéropodes, par exemple, et chez les hirudinées, lorsque la segmentation a conduit à la production de quatre globes vitellins (fig. 32, *a*, *b*, *c*, *d*), ceux-ci donnent naissance sur un point de leur surface à un prolongement conoïde à sommet plus ou moins mousse (*h*). Sur quelques espèces, cette saillie est aussi foncée que les globes vitellins; sur d'autres, elle est beaucoup moins granuleuse et, par suite, est bien plus transparente. Pendant que ce prolongement s'allonge, on voit apparaître vers son milieu un noyau de même aspect que le noyau vitellin dont il a été question plus haut, et se produisant de la même manière. Une fois ce noyau bien limité, la base de la saillie se

resserre vers le niveau de la continuité de sa substance avec le globe vitellin qui la porte, et bientôt ce retrécissement va jusqu'à séparer complétement la première (*e*) du second (*a*). On compte de 30 à 45 minutes entre le début et la fin de cette gemmation. Il en résulte l'individualisation de quatre nouveaux globes vitellins plus petits que ceux dont il s'agit et remplissant un rôle différent dans l'évolution embryonnaire. Une fois individualisés par gemmation, ils se segmentent eux-mêmes, comme le vitellus, et les petits globes vitellins qui en résultent constituent directement des cellules blastodermiques, aussi denses au centre qu'à la périphérie, dans quelques espèces; mais pourtant dans plusieurs il se produit, à l'aide et aux dépens de la substance même de leur superficie, une mince paroi pelliculaire séparable du reste de la masse, devenue un contenu.

Sur les mollusques et les *hirudinées*, ce sont les *cellules claires* ainsi individualisées (fig. 32, *e*), plus transparentes que les globes vitellins (*a*, *b*, *c*, *d*), qui en se multipliant par segmentation finissent par former une couche, le blastoderme, qui enveloppe ces derniers. Les organes essentiels de l'embryon dérivent de ces cellules, tandis que les globes vitellins, foncés, granuleux, ne représentent plus qu'un amas de matériaux nutritifs graduellement résorbés et utilisés de la sorte. Il est remarquable de voir que sur les insectes c'est aussi par gemmation que le vitellus produit les cellules du blastoderme (fig. 30, *C*, *b*), par la portion superficielle claire de sa substance. Or, l'amas granuleux central qui ne s'individualise pas en cellules et reste comme résidu enveloppé par cette couche

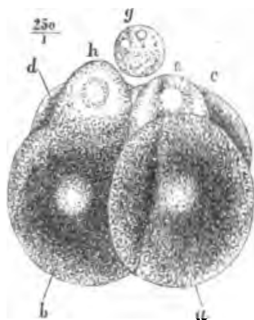


FIG. 32 (*).

(*) Œuf de *Nephelis octoculata*, dessiné vingt-cinq heures après la ponte. La membrane vitelline n'est pas représentée. *a*, *b*, les deux premiers formés des globes vitellins (masquant les deux autres *d*, *e*), produisant par segmentation (*e*, *h*) les cellules blastodermiques claires. Dans celles-ci un noyau hyalin est en voie de genèse. L'expansion produisant ces cellules s'est déjà separée du globe vitellin dont elle dérive pour l'une d'elles (*e*). L'autre expansion ou gemme (*h*) est encore en continuité de substance avec le globe vitellin; *g*, le globule polaire, près de la circonférence duquel se sont produits deux petits noyaux hyalins (Ch. Robin).

cellulaire, est également utilisée graduellement comme masse nutritive par l'embryon de ces animaux et disparaît ainsi peu à peu (1).

ARTICLE VIII. — DE LA SEGMENTATION ET DE LA GEMMATION CELLULAIRES DES PLANTES.

Des phénomènes de même ordre que les précédents s'observent en effet aussi dans les plantes de tous les embranchements, savoir : 1° l'*individualisation* en cellules par segmentation du contenu des ovules (sac embryonnaire, sporanges, vésicules mères polliniques, anthéridies, etc.); la 2° *reproduction* (d'où *multiplication*) de ces cellules par continuation sur elles du fait primitif, soit de *segmentation*, soit de gemmation.

Dans le contenu granuleux des sporanges et les spores des algues, etc., apparaît un noyau analogue au noyau vitellin et presque en même temps se montre un sillon qui partage en deux ce contenu, et de plus un autre noyau apparaît de l'autre côté de ce sillon ; puis ensuite chacune de ces sphères se partage de la même manière en deux, quatre sphères, etc., et toujours se forme un noyau central en même temps ou un peu avant l'apparition du sillon. Plus tard survient la production d'une enveloppe de cellulose qui, de cette sphère granuleuse (*protoplasma* de divers auteurs modernes), forme une cellule végétale ordinaire. Tels sont les phénomènes de l'individualisation des éléments primitifs de l'embryon des plantes aux dé-

(1) Voy. Ch. Robin, Sur le mode de production de petits globes vitellins qui forment le blastoderme chez les Mollusques et les Hirudinées (*Journal de l'anatomie et de la physiologie de l'homme et des animaux*. Paris, 1865, in-8, p. 256), et *Sur la production du blastoderme des articulés* (*Journal de la physiologie*. Paris, 1862, p. 348, pl. VII). Sur les œufs de Néphélis, d'Hirudo, de Glossiphonies, d'Ancyles, de Limnées, de *Turbo minimus* et de *Purpura lapillus* et autres gastéropodes, on peut bien constater que les cellules blastodermiques appelées sphères vitellines secondaires ou transparentes, naissent par gemmation sous forme de prolongement conique de la substance visqueuse, tenace, transparente des globes vitellins qui entraîne une quantité plus ou moins considérable de leurs granules. Tel est le mode de *scission* partielle, d'après lequel une partie de la substance des premiers globes vitellins se sépare du reste de leur masse pour continuer à se *segmenter* à part. La portion de substance qui se détache d'une manière analogue pour former les cellules polaires, reste au contraire improductive (les insectes exceptés) pendant toute la durée de l'évolution intra-ovulaire, et à peu près telle qu'elle a été produite.

pens du vitellus ou contenu des spores et autres corps reproducteurs très-variés des cryptogames. Sur beaucoup d'entre eux, tels que les *Myxomycètes*, etc., les sphères de segmentation ou masses de protoplasma, devenues libres, se meuvent par des expansions de leur substance, à la manière des autres, pour s'enkyster ultérieurement sous forme de cellules sporoïdes, etc., ou se charger de cils vibratiles, et devenir plus tard le siége de l'évolution définitive par segmentation.

Le fait le plus remarquable de cet ensemble de phénomènes, c'est l'apparition dans le contenu du sporange, etc., d'un point central plus clair, le noyau, analogue au noyau vitellin de l'ovule animal fécondé, qui est le siége d'une scission, d'où résulte la production de deux noyaux. Puis a lieu la formation presque simultanée d'un sillon résultant de la concentration du contenu ou vitellus autour de chacun des deux noyaux, sillon qui indique la division prochaine de la masse granuleuse *vitelline*. C'est incontestablement là un phénomène du même ordre que celui déjà signalé dans le vitellus de l'œuf animal, quelles que soient, du reste, les variétés du phénomène, selon que le sporange, l'oogone, etc., sont sphériques, cylindriques, etc. Les cellules sont plus ou moins grandes dans chaque plante, suivant qu'une partie seulement ou tout le contenu du sac embryonnaire ou ovule, concourt à la formation directe des cellules primitives de l'embryon, avec ou sans formation d'un endosperme. Ce dernier fait trouve son analogue chez les animaux (oiseaux, etc.), où pas plus que dans les plantes, les phénomènes du développement ne présentent rien d'absolument identique dans tous les groupes, mais où cependant ils ne cessent jamais d'être comparables.

Lorsque la segmentation a lieu dans des cellules ou des sporanges de forme allongée, on voit naître ainsi plusieurs noyaux à une certaine distance l'un de l'autre, dans toute l'étendue du contenu granuleux (*protoplasma*) de ces parties. Ces noyaux se présentent d'abord sous forme d'une tache globuleuse transparente, à contour généralement net, quoiqu'ils soient souvent très-pâles, ou quelquefois masqués par les granulations voisines, qu'il repousse en quelque sorte. Un peu après l'apparition de chaque noyau et autour de chacun d'eux,

s'amasse une portion des granules du contenu. En même temps, un sillon plus transparent que le reste de la masse, sépare chacune de ces accumulations granuleuses. La formation de cet intervalle plus clair ayant l'apparence d'un sillon, résulte de ce que les granulations concentrées autour du noyau laissent presque dépourvue de particules solides entre chacun des amas qu'elles représentent une portion de la substance hyaline qui les tient en suspension.

Une fois les premières cellules ainsi individualisées par cette scission des cellules du proembryon (ou bien, pour l'endosperme, par segmentation du contenu du sac embryonnaire, ou ovule), toutes les autres cellules de l'embryon végétal dérivent de celles-ci de la manière suivante :

Dans le contenu des cellules qui ont dépassé le volume que la plupart d'entre elles possèdent ou doivent conserver toute leur vie, on voit apparaître le noyau de la même manière que dans l'ovule (p. 177). Autour de ce noyau se concentre aussi une partie du contenu granuleux de la cellule mère, tandis que le reste s'amasse autour du noyau propre à celle-ci. Le noyau de la cellule mère se divise et forme ainsi deux noyaux. Un plan de division apparaît en même temps, comme il vient d'être dit, entre ces deux amas granuleux ayant chacun un noyau au centre.

Le plus souvent, avant que ce sillon se forme sur la masse de la cellule, il apparaît sur le noyau, qui se divise en deux avant le corps de la cellule. En même temps, des granulations s'accumulent autour de chaque moitié.

Cette acccumulation de granulations moléculaires ayant lieu autour du noyau un peu avant sa propre segmentation, ou autour de chacune de ses deux moitiés en même temps que le sillon se produit, peut être regardée comme un phénomène constant de la scission des cellules animales et végétales, soit chez l'adulte, soit chez l'embryon. Ce fait prouve que le noyau joue certainement un rôle particulier dans les phénomènes de composition et de décomposition nutritive, puisque toujours autour de lui se produisent et se disposent d'une façon spéciale les plus grosses granulations qui entrent dans la structure des cellules.

Lors de la segmentation du contenu ou protoplasma des

corps reproducteurs ou des cellules des plantes, celui-ci est toujours de consistance gélatineuse demi-solide, qu'il ait ou non été liquide auparavant. En sorte que pendant le rassemblement des granules grisâtres plus ou moins foncés autour du noyau, et après la séparation en deux de la substance hyaline par un plan de division, chacune des parties (*gymnocytodes*) qui en résulte est entièrement formée d'une masse dite de protoplasma à noyau central, aussi dense vers le centre qu'à la surface, et qui, plus tard, se creusera ou non d'une cavité cellulaire.

En dehors des cas dans lesquels ces masses cellulaires deviennent des corps reproducteurs mobiles, ciliés ou non, comme ceux dont nous avons parlé, une mince paroi de cellulose ou de l'un de ses isomères, comme la fungine sur les champignons (p. 36), se produit autour de ce segment, et en forme ainsi des spores dans les sporanges, etc.

Lorsque cette segmentation conduit les éléments qui en dérivent ainsi à composer une masse de tissu cellulaire, soit pour produire l'embryon, soit pour amener l'accroissement des couches végétales, c'est une cloison de cellulose qui remplace le sillon et s'interpose entre les deux corps cellulaires nouvellement produits (*reproduction par scission ou cloisonnement*) ; placée entre les surfaces de scission des deux sphères granuleuses contiguës, elle est d'abord simple et commune aux deux nouvelles cellules (1). Peu à peu la paroi de la cellule mère s'étrangle au niveau de la cloison nouvelle, de manière à amener ici une formation de méats intercellulaires, quand il s'agit de la segmentation de cellules agrandies dans un tissu végétal.

(1) C'est par le mode de segmentation dit *scission* ou *reproduction fissipare* et *fissiparité* que se multiplient beaucoup d'infusoires, animaux unicellulaires, comme le font aussi les plantes constituées par une seule cellule. Cette scission est longitudinale chez les *Carchesium* et les *Vorticelles*; elle est transversale chez les *Stentor*, *Leucophrys*, *Bursaria*, *Loxodes*, etc. Chez beaucoup, la scission peut se faire à la fois transversalement et longitudinalement; tels sont les *Bursaria*, *Opalina*, *Glaucoma*, *Chilodon*, *Paramæcium*, *Stylonychia*, *Euplotes*, etc. Beaucoup de ces infusoires renferment, comme les cellules proprement dites, un noyau. Quel que soit le sens de la scission, le noyau placé au milieu du corps se divise également, de sorte qu'à la fin du phénomène, chaque animal nouveau possède un noyau. Souvent (*Paramecium*, *Bursaria*, etc.) le noyau commence à se segmenter avant la partie périphérique du corps de l'infusoire.

Souvent le phénomène se borne là, et la cloison reste commune aux deux cellules nouvelles. Alors elles ne peuvent être isolées de toutes parts, ni séparées l'une de l'autre ; ou bien une ligne placée au milieu de la cloison indique sa division en deux feuillets ; dans ce cas, on peut isoler tout à fait chaque cellule de ses voisines. Cet isolement est du reste possible sur l'embryon dans des cas où cette ligne n'est pas visible, et où une mince pellicule s'est produite tout autour de la masse ou corps cellulaire (protoplasma de divers auteurs).

Dans les champignons et les algues microscopiques formés simplement de cellules superposées et articulées les unes au bout des autres, sur plusieurs de ceux qui sont unicellulaires, l'individualisation de la première cellule du nouvel individu a lieu par un prolongement direct de la spore. Ce prolongement, qui se cloisonne ensuite au point de contiguité avec la cellule d'où il part, est tubuleux, piliforme, très-allongé, très-transparent, etc.

Il se segmente ensuite par scission transversale (*division mérismatique*), laquelle s'opère ainsi pour toutes les cellules qui prennent un certain degré d'allongement, d'où l'accroissement du végétal. Dans toutes ces plantes (Champignons, Algues, mycéliums radiculaires des Fougères, des Mousses, etc.), pendant leur développement, et aussi lorsqu'elles sont adultes, on voit à l'extrémité supérieure ou sur le côté des cellules se former une bosselure qui s'allonge peu à peu, puis, ayant atteint à peu près la longueur de la cellule dont elle émane, elle s'en sépare au point même, ou presque au point où elle communique avec l'autre. La séparation résulte de la production d'une cloison, d'après le mécanisme décrit ci-dessus (*reproduction par gemmation*, ou *gemmipare par surculation* ou *surculaire*, *par bourgeonnement* ou *propagules*).

C'est par cette *gemmation* que s'individualisent les *sporanges* dans les Algues du genre *Derbesia*, les oogones et oospores des Porenosporés, des Cystopus, etc. Au lieu d'une cloison proprement dite, se formant entre la cellule mère et l'élément qui vient de naître ainsi, c'est par étranglement ou rétrécissement graduel jusqu'à oblitération de celui-ci qu'il se sépare de l'autre, et non par production d'une *cloison* propre-

ment dite. C'est également ainsi que naissent les sporanges et les anthéridies de beaucoup de Fucacées et autres Algues. Ils se séparent de la cellule mère de la même manière, et non par formation d'une cloison circulaire qui, de la face interne de la nouvelle cellule à son point de jonction avec l'ancienne, gagnerait jusqu'au centre, de manière à établir une séparation complète (1).

ARTICLE IX. — DE L'INDIVIDUALISATION DE LA SUBSTANCE ORGANISÉE EN CELLULES.

La segmentation et la gemmation sont deux phénomènes de même nature au fond, soit *amorphe* ou déjà *figurée*, que la substance organisée préexistante qui en est le siége, mais leurs résultats diffèrent selon celle de ces conditions dans lesquelles ils ont lieu. Dans le premier, c'est une *individualisation*, dans le second, une *reproduction*, qui chacune ont lieu de deux manières, comme on le voit.

Lorsqu'il s'agit d'une matière organisée, née par genèse, mais manquant de configuration spéciale ou du moins spécifique (voy. p. 202), qui se segmente, le résultat de ces phénomènes est son *individualisation* en autant de cellules, c'est-à-dire en autant d'éléments anatomiques doués d'une configuration et d'une structure déterminées, qu'il y a de segments. Chacun de ces éléments jouit alors, au point de vue de sa nutrition et de son développement, d'une individualité qui lui est propre aussi bien qu'au point de vue de sa forme et de sa structure cellulaires.

Ce fait ne saurait être confondu, ni avec la genèse d'une cellule ou d'un noyau, ni avec la *production* par un élément, d'un autre individu de même forme et de même structure que celui dont il provient directement, dernier fait qui caractérise essentiellement le phénomène élémentaire correspondant à celui qui reçoit le nom de *reproduction* en parlant des individus complexes adultes.

(1) La reproduction par gemmation s'observe aussi chez les animaux infusoires unicellulaires, mais elle est plus rare que sur les plantes; elle a lieu pourtant dans les *Epistilys*, les *Carchesium* et les *Vorticelles*, etc.

Ainsi lorsque la segmentation et la gemmation présentent leur plein développement, si l'on peut ainsi dire, se manifestent de la manière la plus tranchée, c'est sur le vitellus d'une part, et sur les couches et masses de substances amorphes épithéliales normales et pathologiques parsemées de noyaux. De plus, les cellules ainsi individualisées offrent cette particularité remarquable, que leur existence n'est que temporaire et transitoire, par rapport à l'être qu'elles concourent à former. Ce sont ces états de la matière organisée qui sont le *substratum* essentiel des phénomènes qui ont pour résultat l'individualisation de substances amorphes préexistantes sous forme de cellules. Ces phénomènes ne sont en quelque sorte qu'exceptionnels sur les cellules elles-mêmes, une fois individualisées, dont la matière conserve pourtant la propriété de se segmenter ou de produire des gemmes, propriété dont jouissait cette matière dont elles représentent des parties isolées. Aussi ces phénomènes ne se montrent plus que réduits à un moindre degré d'énergie sur les cellules, et seulement lorsque par suite de certaines phases de leur développement elles ont dépassé leur volume le plus habituel.

Lorsque ce sont des cellules individualisées de l'une des manières précédentes ou nées par genèse ou enfin des noyaux qui se segmentent, ou qui produisent des gemmes, le résultat de ce phénomène est la *reproduction* et par suite la *multiplication* des cellules et des noyaux. Ces éléments ne diffèrent de leurs procréateurs que par leur volume, mais ils leur deviennent bientôt semblables par les progrès de leur développement, et ils peuvent à leur tour se segmenter ou produire des gemmes. Ce sont ces faits qui caractérisent essentiellement la *prolification* ou *prolifération* des cellules (1).

On ne saurait trop insister sur les notions précédentes, en raison de leurs conséquences dans la pratique de l'anatomie et plus encore de leur importance pour l'interprétation des phé-

(1) Ce résultat de la segmentation et de la gemmation ayant lieu dans ces dernières conditions correspond en fait à ce que Burdach (*Génération fissipare*, *loc. cit.*, 1838, t. I, p. 48) appelait *génération accrémentitielle par augmentation de masse* (en parlant des individus complexes) et qui a pour résultat de faire qu'un individu composé de parties homogènes se divise en deux ou en un plus grand nombre de parties par suite d'un travail organique intérieur.

nomènes physiologiques relatifs à la génération et au développement (1).

Indépendamment des différences générales que présentent les résultats de la segmentation et de la gemmation considérées en commun selon que ce sont des substances amorphes ou des cellules, éléments anatomiques figurés, qui en sont le siége, il en est d'autres plus spéciales qui concernent les résultats de chacun de ces phénomènes en particulier.

Que la *gemmation* ait lieu à la surface du vitellus ou d'un élément anatomique figuré tel qu'une cellule, chacune des gemmes de la substance en voie de gemmation passe toujours directement à l'état de cellule (encore sans paroi propre) aussitôt que s'achève sa séparation.

(1) Depuis que j'ai montré comment naissent et s'individualisent les épithéliums, j'ai souvent insisté sur le soin que l'on doit mettre à ne pas confondre le fait de la reproduction prolifiante par division du noyau et du corps cellulaire (voy. p. 194 et *Journ. d'anat. et de physiol.* Paris, 1864, in-8, p. 361, etc.), avec la scission internucléaire (voy. p. 205) qui amène l'individualisation en cellules d'une substance jusque-là continue avec elle-même (dite à tort *blastème* par les uns, *protoplasma* par d'autres). La méconnaissance, systématique ou non, de ces notions embryogéniques est très-probablement ce qui a empêché beaucoup de ceux qui se sont occupés de la régénération et de la greffe des épithéliums, de comprendre l'importance des faits observés par Arnold (*Die Regeneration épithélialer Gebilde.* Archiv für Pathol. Anat. Berlin, 1869, in-8, t. XVI et Journ. d'anat. et de physiol. Paris, 1870-71, p. 233). Ses descriptions et ses figures répondent, sous tous les rapports essentiels (en leur ajoutant plusieurs détails), aux faits que j'ai exposés pages 202, 203 et suivantes, d'après des observations faites sur un grand nombre de couches tégumentaires et de glandes dans les âges embryonnaire et adulte. C'est de cette manière aussi que se forment les couches épithéliales à la surface des bourgeons et que leurs cellules sont disposées en couches, sur une ou plusieurs rangées, dès le moment de leur individualisation nécessairement. Ces couches minces par places sont plus ou moins épaisses au niveau des plis et dépressions de profondeurs diverses qu'elles comblent ou dans lesquels elles s'enfoncent (avec ou sans production ultérieure de globes épidermiques). C'est ainsi que l'épithélium se régénère aussi bien lorsqu'il apparaît par îlots que lorsqu'il prolonge les bords de l'épiderme ancien, limitant la plaie. Il est certain, encore une fois, qu'il n'y a pas là *prolification* de cellules par d'autres cellules, et qu'on ne peut parler à ce propos de *prolification épithéliale* que par suite d'une confusion entre les deux ordres de faits différenciés dans la note page 205. Mais sur les plaies de la cornée, dans les pustules varioliques et autres, dans les séreuses enflammées, dans diverses tumeurs, on peut rencontrer parfois des exemples de *prolification*, c'est-à-dire de reproduction cellulaire par scission d'une cellule et de son noyau à la manière de ce qui a été décrit et figuré page 196 ou par division en deux d'une cellule devenue plus grande que les autres, division ayant lieu de telle sorte qu'elle passe entre les noyaux (qui s'y sont produits soit par genèse, soit par scission comme l'indique page 219 l'explication de la figure *d*), c'est-à-dire ayant lieu sans que ces noyaux participent à la division du corps cellulaire (voy. p. 197).

Lorsque la *segmentation* a lieu sur un noyau, sur une cellule ou sur des substances sans configuration spéciale (p. 202) à la surface ou dans l'épaisseur d'un tissu, elle a également pour résultat l'individualisation de cellules. Dans l'un et l'autre cas, chacune des gemmes, chacun des segments nucléaire ou cellulaire peut, suivant les circonstances, rester avec la forme, le volume ou la structure qu'il offre, ou au contraire subir des modifications évolutives diverses.

Si, au lieu de se placer au point de vue des phénomènes qui caractérisent la gemmation et la segmentation de la substance préexistante, on prend en considération les éléments anatomiques mêmes qui résultent de l'accomplissement de ces phénomènes, tels que les globules polaires et les cellules blastodermiques dans l'ovule, les cellules épithéliales dans les tubes glandulaires, etc., on reconnaît que ce fait est une individualisation pour chacune de ces cellules prise à part. Ces phénomènes caractérisent, pour chacune d'elles, son mode de naissance, mais ayant lieu dans certaines conditions déterminées, préparées par une succession de phénomènes antérieurs. Parmi eux il faut noter d'abord la genèse et le développement de la substance qui segmente ou qui produit des gemmes, soit avant (p. 228), soit après (p. 202) celle des noyaux dont chacun sert en quelque sorte de centre autour duquel s'accomplit la segmentation. Sous ce point de vue, il y a pour ces cellules acquisition d'une individualité propre, et non reproduction. Dans le cas, au contraire, où ce sont des éléments déjà nés par genèse ou individualisés par segmentation ou par gemmation qui sont le siége de ces divisions, ils en *reproduisent* par là d'autres semblables à eux, et ces actes deviennent à cet égard une *reproduction*, tout en restant de même nature (1).

(1) Cette *reproduction* des éléments anatomiques figurés correspond en fait à la génération *sexuelle* ou *solitaire* des anciens auteurs ; à ce que, en parlant des organismes entiers, Burdach (*Physiologie*. Paris, 1837, trad. franç., in-8, t. I, p. 47) et autres physiologistes ont considéré comme cette forme de la monogénie appelée *génération accrémentitielle par multiplication de parties*. Elle consisterait en ce qu'une portion de chaque individu se séparerait de celui avec lequel elle ne faisait primordialement qu'un, de manière à devenir un autre individu pour se développer en un tout à part, analogue ou semblable à l'organisme dont elle procède. La reproduction est le cas particulier le plus simple,

Tout élément anatomique qui acquiert une individualité, soit par scission, soit par gemmation, dérivant directement de la substance de quelque autre qui existe déjà, a passé visiblement par un *état antérieur* qu'il importe d'examiner.

L'élément amorphe ou figuré qui se divise, peut être né par genèse (1). Dans ce cas, le problème relatif à l'état antérieur (voy. p. 185) des cellules auxquelles il *donne naissance* est alors le même que celui dont il a été question, à propos de l'état antérieur des matériaux qui servent à la genèse proprement dite; mais il se double par l'obligation de tenir compte de l'état antérieur des principes immédiats qui ont servi à sa nutrition pendant la durée de son développement, ou, en d'autres termes, par l'obligation de tenir compte de l'état de la substance amorphe ou de la cellule qui, en ce moment, va se séparer en deux ou plusieurs cellules. C'est ainsi, par exemple, que lors de la segmentation du vitellus, il faut savoir si sa substance est fécondée ou non, si elle s'est unie ou non à celle des spermatozoïdes du mâle (2), et d'un mâle de même espèce que la femelle ou d'espèce voisine.

Si la cellule qui reproduit par scission ou par gemmation est une de celles qui viennent de s'individualiser d'après l'un de ces deux modes, le problème relatif à l'état antérieur de la nouvelle cellule qui va apparaître, se réduit à celui dont il vient d'être question en dernier lieu, c'est-à-dire à l'obligation de tenir compte de l'état antérieur par lequel l'élément générateur passe pendant la durée de son développement.

Il importe beaucoup, sous les divers points de vue qui viennent d'être indiqués, d'avoir toujours présent à l'esprit que la

de ce que Burdach et autres *physiologistes*, avant lui, ont appelé *propagation* et *homogénie* ou production d'un individu par un ou plusieurs parents, c'est-à-dire par un ou plusieurs individus ayant existé avant lui. On sait aujourd'hui que les êtres complexes ainsi propagés peuvent être : 1° *semblables à celui ou à ceux dont ils proviennent* (fait qui s'observe sur le plus grand nombre d'espèces et qui mérite plus exclusivement le nom d'*homogénie*) ; 2° *dissemblables d'abord* et ne le devenir qu'après une succession de reproductions par *gemmation* ou autrement (R. Owen, *métagenèse* et *parthénogenèse*).

(1) Rappelons que né par genèse veut dire apparu sans que la substance dont il s'agit ait eu une liaison généalogique directe avec quelque autre élément préexistant (voy. p. 16). C'est la *génération équivoque* de divers auteurs.

(2) C'est ce fait qui caractérise ce que Burdach et autres appelaient l'*homojénie digénique* en parlant des organismes et non des éléments anatomiques.

segmentation et la gemmation, ne sont pas une disjonction des parties d'un tout, mais qu'elles sont : 1° un mode d'arrivée de la substance organisée à l'état d'éléments anatomiques proprement dits, c'est-à-dire ayant une forme, une structure et une activité individuelles et spécifiques; substance préexistant matériellement à la segmentation et née par genèse; 2° ou bien un mode d'apparition de nouveaux individus de telle ou telle espèce donnée, à l'aide et aux dépens d'éléments semblables, ayant acquis déjà leur individualité par genèse, par segmentation ou par gemmation (1).

Rien de plus saisissant, sous ces divers rapports, que de voir, à partir de cette division du vitellus, sans autres phénomènes qu'un groupement spécial des éléments qui en résultent et que des modifications moléculaires dans l'épaisseur de celle-ci, que de voir, dis-je, se constituer, sous les yeux de l'observateur, un nouvel être doué d'une forme, d'organes, d'éléments anatomiques et de mouvements propres; et cela,

(1) C'est une individualisation dans laquelle il y a bien division et isolement spécifique de la masse en parties distinctes, mais avec persistance de l'adhérence ou de la contiguïté statique et de la solidarité dynamique. Sous ces derniers rapports, la disjonction n'est qu'apparente, n'est qu'une segmentation et non une séparation. C'est par cette individualisation sans ségrégation des parties d'une masse jusque-là homogène et restant toutes solidaires, que cette scission régulière dans sa marche et dans ses résultats, anatomiquement parlant, devient un signe d'organisation synthétique et non de désagrégation analytique ou décomposante. A partir de ce moment, en effet, l'organisme total s'il s'agit de l'œuf, ou la masse amorphe s'il s'agit d'un organe normal ou d'un produit morbide (p. 208), ne font que croître graduellement en complication synergique, si l'on peut ainsi dire; tandis que jusqu'alors il n'y avait eu que simple augmentation graduelle de volume par le seul fait du développement, préparant ici l'organisation, mais n'étant pas une individualisation nouvelle. — Le caractère de l'organisation, en effet, n'est pas l'apparition, ni la persistance de l'homogénéité, mais la netteté de la distinction des individus, sinon de leur inégalité et le plein développement des individualités, avec solidarité d'association statique et surtout de solidarité dans l'action. — C'est ainsi que cette segmentation, scission, etc., dont le nom peut paraître et est réellement en opposition avec ce qui caractérise la synthèse (qui elle-même caractérise toute formation nouvelle), devient le fait caractéristique de la naissance cellulaire, soit par individualisation, soit par reproduction. Il serait impossible de trouver un fait qui répondît mieux à cette formule logique, qui veut que toute synthèse soit le développement d'une analyse bien faite. Or, il est certain que l'évolution de l'économie est une synthèse dans laquelle, à compter de la division en particules (cellules) solidaires, du vitellus jusque-là homogène, l'organisme ne fait que se synthétiser par l'addition successive de parties élémentaires dont cette division du vitellus marque le début, ou si l'on veut un phénomène préparatoire.

chez nombre d'animaux, avant toute augmentation sensible de la masse vitelline à l'aide et aux dépens de laquelle il vient de se produire, sans autre emprunt que ceux qui résultent de l'échange moléculaire réciproque au travers de l'enveloppe de l'ovule entre les principes du vitellus et ceux du dehors.

Ainsi, on sait actuellement où, quand et comment naissent les éléments anatomiques, et, par suite, les tissus et les organes; on connaît les conditions, les phénomènes et les effets de leur apparition, non-seulement à l'état normal, mais encore dans les conditions morbides, ainsi que nous allons le voir. Quand plus loin nous aurons étudié la manière dont ils se développent, et, par suite, comment ils se déforment, etc., comment, enfin, ils se nourrissent, nous verrons qu'en interrogeant l'expérience, on est amené à connaître ces modes élémentaires de l'activité naturelle de la matière avec autant de netteté que tout autre phénomène plus évident, tel que la digestion ou la circulation.

CHAPITRE III

DU PROTOPLASMA.

Il est des cellules qui restent, pendant toute la durée de leur existence, constituées comme nous l'avons dit plus haut (p. 195), sans jamais présenter de paroi propre. Tels sont les chromoblastes ou chromatophores, dont il sera question plus loin, les cellules des cartilages, plusieurs variétés de cellules épithéliales, comme, par exemple, chose remarquable, celles qui forment les couches épidermiques, les ongles, les poils, etc.

L'existence sur les animaux d'un corps cellulaire sans paroi propre distincte et d'un noyau, comme parties composantes uniques des cellules, dans le plus grand nombre des cas, est un fait reconnu en France depuis longtemps (1). Ce fait, dont la réalité est incontestable et s'observe plus nettement encore sur les mollusques et les protozoaires que sur les insectes et

(1) Voy. ci-dessus, p. 7, et Littré et Ch. Robin, *Dictionn. de méd.* Paris, 10e édit., 1855, art. CELLULE, p. 248, et 13e édit., 1873.

les vertébrés, a été admis presque partout. Il l'a été surtout à compter de l'époque où M. Schultze (1861), en exagérant l'importance, l'a généralisé outre mesure, et a conduit quelques auteurs à dire, lorsqu'ils voient une cellule pourvue d'une paroi propre, que cette paroi n'est qu'une formation secondaire sénile en quelque sorte, et marquant la fin de l'activité physiologique de la cellule (voy. la note, p. 254).

Ce qu'il y a de vrai, c'est que presque toutes les espèces de cellules (mais non absolument toutes) commencent par être des corps cellulaires sans paroi propre, avec ou sans noyau (voy. p. 7).

Or, 1° quand cette paroi ou vésicule superficielle se produit consécutivement à l'individualisation du corps cellulaire, celui-ci, avec son noyau, constitue alors le contenu de la pellicule hyaline formée; les cellules de la dentine (voy. p. 206, fig. 26), beaucoup de cellules épithéliales prismatiques, etc., en offrent des exemples. Cette pellicule est la paroi qui, sur les plantes, est ordinairement composée de *cellulose*.

2° Dans les plantes et sur certaines cellules animales (cellules de la notocorde), ce corps cellulaire ainsi inclus peut être rendu vésiculeux par production d'un fluide (*protoplasma*, de H. Mohl); celui-ci distend et repousse la substance avec le noyau pour en faire une vésicule (*utricule primordial ou azoté* de H. Mohl), appliquée à la face interne de la paroi de cellulose dans les plantes; sur les animaux, il est des cellules qui ont une paroi analogue, mais elle est azotée (voy. p. 33, fig. 4, *b*).

3° Enfin, pour diverses des cellules animales à la supeficie du corps desquelles il ne se produit jamais de paroi propre, un liquide peut se former plus ou moins tard dans leur substance (cellules des glandes sébacées, etc.) et distendre celle-ci, de manière à réduire le corps cellulaire lui-même à l'état d'utricule que remplit ce fluide ainsi survenu consécutivement. Sous le point de vue du mode de sa production, ce fluide est analogue à celui dont il vient d'être question (2°), et doit comme lui recevoir le nom de *protoplasma*. Quant au noyau de ces cellules, il est repoussé avec la substance cellulaire distendue et reste dans son épaisseur, comme sur les cellules végétales, ou d'autres fois il s'atrophie.

ARTICLE PREMIER. — SUR LE PROTOPLASMA EN GÉNÉRAL.

Les diversités du sens qu'a subi le mot *protoplasma* sous la plume de quelques auteurs exige ici la citation des textes trop oubliés dans lesquels il se trouve employé pour la première fois. Le plus ancien est celui dans lequel Reichert s'exprime ainsi à cet égard : « Il n'y a, d'après Purkinje, dit-il, d'analogie décisive entre les deux grandes divisions de la nature organique qu'en ce qui touche les granules élémentaires du *cambium* végétal et du *protoplasma* dans l'embryon animal (1). » D'autre part, H. Mohl dit : « Je me crois autorisé à donner le nom de *protoplasma* à la substance demi-fluide, azotée, jaunie par l'iode, qui est répandue dans les cavités cellulaires des plantes, nom qui se rapporte à sa fonction physiologique.... » « Ainsi qu'on l'a déjà reconnu, partout où les cellules doivent naître, *ce fluide* précède les premières productions solides qui indiquent les cellules à venir. C'est lui qui fournit les premiers matériaux pour la formation du nucléus et de l'utricule primordial. Il réagit de la même manière qu'eux ; dès lors, comme c'est son organisation qui amène la production des nouvelles cellules, je me crois autorisé à proposer le nom de *protoplasma*, qui se rapporte à sa fonction physiologique. Schleiden emploie pour désigner cette substance l'expression de *mucus* ou *mucilage* (*Schleim*), mais il est préférable d'employer un mot qui ait un sens plus restreint qu'un mot employé d'autant de manières diverses que le mot *mucus* (2). »

En fait, la définition de *protoplasma* donnée par H. Mohl comprend deux choses : 1° la désignation anatomique de la matière fluide ou demi-fluide jaunie par l'iode, déjà connue dans les cellules végétales sous les noms de *cambium* (p. 174), de *mucilage*, etc. ; 2° la supposition que son rôle physiologique est de fournir (comme le fait le plasma sanguin des

(1) Reichert, *Archiv für Anat. und Physiol.* Berlin, 1841, p. CLXIII.

(2) H. Mohl, *Botanische Zeitung*, 1843, et *Ann, des sc. nat. : Botanique*. Paris, 1846, in-8, t. VI, p. 86.

animaux durant l'accroissement et la régénération des parties) les matériaux pour la formation du *nucléus* et de l'*utricule primordial* qui sont aussi jaunis par l'iode; c'est-à-dire qu'il est premier formateur (voy. la note de la page 183), qu'il fournit ce qui est nécessaire à ce qu'on appelait autrefois *protoplasis* ou *formatio primaria* (1). Mais qu'il fournisse ou non encore à la génération de nouvelles cellules, on a constaté depuis H. Mohl que ce n'est pas lui qui forme le noyau non plus que l'*utricule primordial* de la céllule où il siége. On sait que la production de ce fluide est postérieure à celle du noyau et de la masse ou *corps cellulaire* jaunissant par l'iode qui accompagne celui-ci, et que c'est précisément sa production ultérieure qui fait passer ce corps à l'état vésiculeux. Quel que soit donc celui des deux sens, anatomique et physiologique, que l'on aie voulut conserver au mot *protoplasma*, rien n'autorisait à l'employer pour désigner, non plus un *fluide*, qu'on supposait formateur, mais le solide *producteur* de ce dernier, c'est-à-dire la substance solide grenue entourant le noyau dans les cellules animales et végétales et pouvant devenir l'*utricule primordial.*

Remak, le premier, a changé le sens très-net du mot *protoplasma* en lui faisant désigner non plus un liquide, mais le contenu solide ou demi-solide de la membrane vitelline (qui est la paroi de la cellule ovulaire et qui correspond chez les animaux à la paroi de cellulose des cellules végétales), c'est-à-dire pour désigner le vitellus moins son noyau, la *vésicule germinative* tant qu'elle existe et, par suite, moins le noyau vitellin (2) quand il est né (voy. p. 177 et 202). Remak a naturellement étendu la signification de ce mot à la désignation de la substance de chacun des globes vitellins eux-mêmes, leur noyau excepté, puis de celle des cellules en général.

(1) Si l'on excepte la petite quantité de liquide qui s'accumule au centre de l'œuf pendant la production du blastoderme, et qui se trouve ensuite dans la vésicule ombilicale, la production des éléments anatomiques solides a lieu avant celle des humeurs. Toutefois, avant que le plasma sanguin existe dans le cœur, etc., ce n'est guère que dans les cellules de la notocorde que l'on voit un fluide, un protoplasma se produire au sein de la substance cellulaire, jusque-là sans paroi distincte de la cavité.

(2) Remak, *Ueber extra-cellulare Enstehung thierischer Zellen*, in Archiv. für Anat. und Physiol. Berlin, 1852, in-8, p. 70.

C'est aussi le sens que Schultze donne à ce mot en disant que la notion de cellule comprend deux choses, celle d'un noyau et celle d'un *protoplasma*, dont l'ensemble est le plasma cellulaire. Seulement, pour lui, la cellule peut avoir ou non une paroi propre, et quand celle-ci existe elle est une production plus accessoire qu'essentielle, car elle n'existe pas dans les cellules de l'embryon et ne prend point part à la reproduction de nouvelles cellules, ce que font seuls le noyau et ce qu'il nomme protoplasma (1). Cette détermination de l'existence de cellules sans paroi propre autour de leur corps est loin d'être nouvelle, ainsi que nous l'avons vu (p. 7). Mais l'erreur commence au point où Remak et ses imitateurs appellent protoplasma des corps solides ou demi-solides, savoir la substance du vitellus, des globes vitellins et des cellules qui en proviennent directement ou indirectement, alors que c'est le liquide, le *contenu* de celles-ci qu'on appelait ainsi.

A partir de cette époque, en effet : 1° la masse azotée retenant le noyau et devenant l'utricule primordial de H. Mohl ou *partie contenante* reçoit le nom attribué jusque-là au *contenu* fluide, homogène ou granuleux, azoté, graisseux, gommeux, mucilagineux, amylacé, etc., des cellules des plantes, dont l'analogue est le contenu graisseux des vésicules adipeuses, azoté des cellules de la notocorde, etc., sur les animaux, lequel contenu a par suite été plus tard appelé parfois *deutéro-plasma* (Kölliker).

2° Dans le cas de la formation d'une paroi pelliculaire superficielle autour de cette masse azotée solide ou demi-solide, comme sur l'ovule, certaines cellules épithéliales, etc.; c'est cette masse (retenant son noyau dans son centre) qui se trouve être appelée *protoplasma* (*protoplasma contenu dans les cellules* de quelques auteurs). Pour ceux-ci, ce corps cellulaire (creusé ou non de vacuoles à contenu fluide, comme dans les *Amibes*, etc.) prend le nom de *protoplasma libre* quand, la paroi cellulaire étant rompue, il s'est extravasé et gît ou se meut librement, comme on le voit naturellement sur les Myxo-

(1) Max. Schultze, *Ueber Muskelkœperchen*, etc., in Archiv. für Anat. und Physiol. Berlin, 1861, p. 1.

mycètes, et soit accidentellement, soit naturellement sur les *Cryptoglena* et les *Trachelomonas*.

On comprend dès à présent pourquoi, en raison de ce que la masse fondamentale des cellules sans paroi propre et le noyau sont les seules parties qui participent à la reproduction des cellules, le nom de *protoplasma* se trouve souvent inconsidérément employé pour désigner (surtout quand elles sont parsemées de noyaux) les substances encore sans configuration déterminée (amorphes), comme celles qui, interposées aux noyaux profonds des épithéliums en voie de rénovation, ne se sont pas encore individualisées en cellules par segmentation (voy. p. 202); pour désigner aussi les substances interposées à divers éléments anatomiques des tissus sains et morbides, dont les unes sont les blastèmes (voy. p. 13) et les autres *les substances amorphes, unissantes ou intercellulaires* (voy. p. 211). La croyance que ce qu'il y a d'essentiel, de caractéristique dans l'état d'organisation gît dans la forme des parties (voy. p. 6 et 16) est certainement une des causes qui ont conduit à confondre ainsi ces substances et le corps des cellules sans cavité, avec le protoplasma réel ou *fluide intra-cellulaire* (1).

(1) Il est résulté de l'extension de ces confusions, qu'il faut éviter d'imiter, que le mot *protoplasma* sert dans divers écrits à la désignation : 1° de tout ce qui est substance organisée (*germinal matter* de Beale), à l'exception de ce qui est *noyau* et *paroi cellulaire*, ou même à l'état de *granule*; 2° de tout ce qui, dans les autres auteurs, est désigné sous le nom de substance fondamentale quand on parle des éléments ayant pris la forme de fibre, de tube, etc. Or, ainsi que l'a fait remarquer déjà Kölliker, il faut se garder de considérer cette paroi comme n'étant qu'un accessoire ou une formation en quelque sorte sénile, son rôle physiologique étant au contraire des plus manifestes, ainsi que la paroi des ovules en offre de nombreux exemples. On voit déjà que c'est mal à propos que ceux qui s'occupent uniquement d'histologie humaine se servent du mot *protoplasma* pour désigner le corps cellulaire et les fins granules qui le parsèment, c'est-à-dire tout ce qui, dans les cellules, n'est pas noyau et membrane cellulaire proprement dite. Sur bien des animaux et des végétaux, en effet, cette acception ne saurait être adoptée. Il faut encore insister sur ce qu'il est des descriptions dans lesquelles on trouve le terme *protoplasma* appliqué spécialement à la désignation de ce que jusqu'à présent on appelait la substance hyaline du vitellus, des cellules, du corps des infusoires, etc., à l'exclusion non-seulement du noyau cellulaire, mais encore des granules dont est parsemée cette substance (E. Van Beneden, *Sur l'évolution des Grégarines*, Bull. de l'Acad. roy. de Belgique. Bruxelles, 1871, in-8, t. XXXI et autres). Il est certain que sur les batraciens, les poissons, les mollusques gastéropodes, les Nephelis, les Glossiphonies, etc., les gros granules vitellins jaunes, la plupart solubles dans

Quoi qu'il en soit, le mot *protoplasme* ou *protoplasma* n'est donc si souvent employé que parce qu'on lui fait désigner ce que jusqu'à présent on appelait *substance organisée* d'une part, corps, masse ou paroi cellulaire d'autre part, suivant les cas, lorsqu'il s'agissait des cellules en particulier ou des animaux unicellulaires et utricule azoté dans les plantes.

Le sens donné au mot *protoplasma* et à ses dérivés, par H. Mohl et par les autres auteurs qui, les premiers, l'ont adopté, a manifestement droit de priorité sur celui qui, par une arbitraire transposition, lui a ensuite été attribué par Remak, Schultze, Brucke (1861), etc. C'est ce que Reichert a déjà établi à juste titre dès l'époque où cette confusion dans la valeur des termes a été introduite par ces auteurs. Par suite, la logique scientifique veut que le mot *protoplasma* soit employé pour désigner un liquide intra-cellulaire, granuleux ou non, et nullement comme désignant des corps solides ou demi-solides, intra- ou extra-cellulaires. Ceux qui, contre les règles jusqu'ici adoptées par les savants dans le but d'éviter des confusions nuisibles à toute clarté d'exposition, se servent, à l'imitation de Remak et de Schultze, du nom de *protoplasma* pour désigner la substance fondamentale du corps des cellules sans *paroi cellulaire proprement dite* et ses provenances fibrillaires, devraient au moins nommer celle-ci *protoplasma primaire*, et appeler *protoplasma secondaire* ou deutéro-plasma le fluide intra-cellulaire plus ou moins grenu, azoté, mucilagineux, gommeux, etc., ainsi que les productions graisseuses ou autres qui distendent les cellules à la manière de ce que nous venons de signaler.

Il est même des auteurs qui se servent du terme *protoplasma* pour désigner les cellules soit animales, soit végétales. Ce dernier terme devient ainsi, sous leur plume, synonyme du mot *cellule*, car il s'étend jusqu'à la désignation, 1° soit des êtres unicellulaires (voy. ci-après l'*article* sur les ANIMAUX UNI-

l'acide acétique et les autres graisseux, diffèrent tellement de la matière hyaline (moins abondante qu'eux pourtant) qui les tient agglutinés en corps cellulaire autour du noyau (et en fait les cellules de divers organes embryonnaires), qu'il est impossible de désigner par un même mot cette matière et les granules qu'elle retient, ou s'il s'agit des plantes, les grains de chlorophylle, etc., et la substance hyaline, parsemée ou non de granules grisâtres, dans laquelle ils sont plongés.

CELLULAIRES) avec ou sans noyau, comme les *bactéries*, etc., 2° soit d'une manière abstraite à celle de la substance même de ces êtres, c'est-à-dire de la *substance organisée*. Cela est, en particulier, lorsqu'à propos du *sarcode* ou de la substance extensile de certaines cellules, qui peut être séparée de ces corps à l'état de parcelles sans en détruire l'individualité, on dit, avec Haeckel, qu'il n'est autre chose que du *protoplasma à l'état de liberté* (1). La confusion est encore plus grande lorsque le mot *parenchyme* est employé par quelques auteurs (Gegenbaur, etc.) pour désigner la substance solide ou demi-solide des cellules avec ou sans paroi (mais sans contenu fluide), alors que ce mot désigne depuis longtemps, en anatomie dans les tissus, parties complexes, certains de ces tissus.

Enfin, au mot *protoplasma*, d'autres auteurs non moins autorisés que les précédents ont déjà substitué ceux de *cytoplasme* (Hæckel, 1862, Kölliker), de *bioplasme* ou *matière germinale* (Beale, 1861). Enfin celui de *protoblaste sans noyau* a été employé pour désigner : 1° les masses cellulaires sans noyau, tel que le vitellus, quand après la disparition de la vésicule germinative, il n'a pas encore de noyau vitellin ; 2° les hématies des mammifères adultes ; l'expression *protoblaste à noyau* indique alors les masses cellulaires pourvues d'un noyau mais encore sans paroi propre, comme les globes vitellins de segmentation, qui n'en possèdent jamais, telles que les cellules multipolaires cérébro-spinales, etc. (voy. p. 3).

Ainsi, malgré la fréquence de l'emploi du mot *protoplasma* dans les écrits modernes, il ne faut pas croire qu'il désigne une chose nouvelle et jusque-là non décrite ; il faut savoir surtout que là il est pris habituellement dans un sens contraire à celui qu'il a primitivement reçu ; que créé pour désigner un fluide comparé sous le point de vue physiologique (p. 244) au plasma

(1) Dujardin, tout en regardant l'exsudation des *globules sarcodiques* (voy. p. 96) se creusant de vacuoles (qui grandissent jusqu'à destruction de ces masses glutineuses), comme un phénomène de décomposition de la substance charnue propre des infusoires et de divers tissus, considère incidemment cette substance comme analogue au *tissu le plus élémentaire*, que Lamarck nommait *tissu cellulaire des infusoires*, et comme une gelée vivante contractile formant le passage à la chair proprement dite (Dujardin, *Hist. nat. des infusoires*. Paris, 1841, in-8, p. 38). De là sans doute est venu que plusieurs auteurs allemands donnent le mot *protoplasma* comme synonyme du terme *sarcode*.

sanguin, les modernes cités ci-dessus l'emploient pour désigner des parties solides *intra* et même *extra-cellulaires*, d'où plusieurs en sont venus à l'appliquer à la désignation de parties organiques diverses par leur nature et non comparables (1).

ARTICLE II. — SUR LA PRODUCTION DU PROTOPLASMA DES CELLULES VÉGÉTALES.

Nous savons déjà que, dans les cellules des plantes, lorsque le contenu de la vésicule cellulosique se segmente, il n'est pas ou n'est plus fluide, mais est devenu demi-solide et extensible. Chacune des sphères de segmentation ou corps cellulaire nouveau qui résulte de sa scission est une masse jaunissant au contact de l'iode, aussi dense au centre qu'à la périphérie; elle reste telle tant qu'une paroi de cellulose ne s'est pas produite. Celles de ces masses qui sortent des *oogones* ou autres espèces de corps reproducteurs sous forme de *zoospores* ciliés ou à mouvements amiboïdes peuvent vivre et se mouvoir plus ou moins longtemps dans cet état; mais il en est pourtant qui se couvrent d'une mince paroi pelliculaire analogue à celle des leucocytes, des cellules épithéliales prismatiques, etc. Quant à celles qui s'entourent d'une paroi de cellulose, comme le font la plupart des cellules des phanérogames et des cryptogames, il en est

(1) Ajoutons que les faits exposés plus haut touchant l'individualisation des cellules épithéliales (p. 202) montrent nettement que c'est par une vue théorique contraire à la réalité au moins dans la majorité des cas : 1° que divers auteurs définissent la cellule une *masse de protoplasma* normalement et primitivement sphérique ; 2° que d'autres (Küss, etc.) disent, par suite, que le nom de *globule* est préférable au nom de *cellule*. Voyez sur ce sujet : Cramer, *Ueber das Zellenleben in der Entwickl. des Froscheies* (Archiv. für Anat. und. Physiol. Berlin, 1848, in-8, p. 20, pl. II à IV). — Reichert, *Der Faltenkranz und seine Bedeutung für die Lehre von der Zelle* (Archiv für Anat. und Physiol. Berlin, 1861, in-8°, p. 133); *Ueber die neuern Reformen in der Zellenlehre* (Ibid., 1863, p. 86); *Ueber die contractile Substanz im primit. Muskelbundel* (Ibid., 1863, p. 143); *Ueber den Gebrauch des Wortes Protoplasma* (Ibid., 1863, p. 150.). — Häckel, *Die Radiolarien* (Rhizopoda radiolaria). Berlin, 1862, in-folio. — W. C. Bruch, *Untersuchungen ueber die Entvicklung der Gewebe*. Frankfurt, 1863, in-8. — Traube, *Experimente zur Theorie der Zellenbildung* (Centralblatt für die medic. Wissensch., 1864, in-4, p. 609. — Kühne, *Untersuchungen ueber das Protoplasma*, etc. Leipzig, 1864, in-8. — E. Brucke, *Elementar Organismen*, et *Ueber die sogenannte Molecular-bewegung in thierischer Zellen*, etc. (Sitzungsberichte der Wiener Academie, in-4, t. XLIV, p. 381, 1861, et t. XLV, 1862).

qui restent à l'état de masse homogène pendant toute la durée de leur vie (1) et qui se segmentent ou non (fig. 33, *f*).

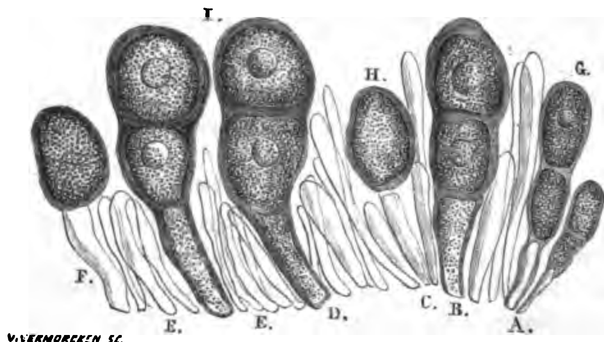


Fig. 33 (*).

Pour le plus grand nombre des cellules végétales, à mesure qu'elles grandissent, après la production de leur paroi de cellulose, la masse homogène qui les remplit devient, dans son intérieur, le siége de la formation de parties diverses qui se creusent ainsi dans le corps cellulaire originel la cavité qu'ils remplissent. La substance de ce corps cellulaire est, par suite, graduellement repoussée contre la paroi de cellulose, et amenée à l'état d'une mince tunique azotée; le phénomène qui se passe là est tout à fait analogue à celui qui amène à l'état de cellule creuse le corps cellulaire des épithéliums sébacés et autres par production de graisse dans leur intérieur. La mince tunique azotée des cellules végétales ainsi produites n'est autre que l'*utricule primordial* de Mohl, dont il a été question plus haut (page 7); car, contrairement à ce qu'avancent quelques

(1) C'est ce que Dujardin a indiqué depuis longtemps (*Infusoires*. Paris, 1841, in-8, p. 36), pour les cellules des *Navicules*, des *Baccillaires*, des *Clostéries*, etc., dont, en outre, le contenu montre un certain degré de contractilité ; il compare avec raison cette substance et ses mouvements à celle qu'il a décrite dans les infusoires, etc., sous le nom de *sarcode*.

(*) Puccinie du *Convolvulus sepium* L., avec ses spores pédicellées brunes entremêlées de paraphyses (*c*) incolores; *h*, spore simple sans noyau; *f*, autre spore sans noyau vers le milieu de laquelle apparaît un sillon de segmentation transversal; *a*, spore étroite sans noyaux dans laquelle la division en deux est achevée; *g*, autre spore dans le même état dans laquelle l'une des deux divisions présente un noyau; *d*, *i*, *b*, autres spores doubles dites cloisonnées, ayant chacune un noyau. Grossies 400 fois. (Ch. Robin.)

auteurs, cet utricule n'est pas simplement la couche superficielle condensée du protoplasma cellulaire, mais tout le corps cellulaire originel (dit *protoplasma*, par Schultze, etc.), distendu et aminci par la production du protoplasma réel, comme dans le passage à l'état vésiculeux des cellules épithéliales sébacées, celles du foie gras, etc., dont il sera bientôt question.

Toute leur masse cellulaire primitive, avec ses granules de chlorophylle si elle en contient déjà, devient ainsi un utricule ou paroi cellulaire. Comme dans ce cas-là aussi, le noyau central est repoussé avec le reste de la masse cellulaire, et se trouve inclus dans l'épaisseur de l'utricule (voy. p. 33, fig. 2, *b*) produit comme nous venons de le dire; parfois aussi, il disparaît par résorption sous l'influence de la distension exercée par les matières intra-cellulaires formées. Celles-ci sont dans les plantes soit également des gouttes d'huiles ou d'essences, soit des fécules, de l'aleurone, des liquides colorants ou pectiques, inuliques, gommeux, mucilagineux, etc. Dans ce dernier cas, le noyau peut parfois rester vers le centre de la cellule, relié par des résidus filamenteux azotés à la portion de la masse qui a été refoulée à l'état d'utricule (voy. fig. 2, *a*). Quand les cellules sont très-étroites et allongées, comme dans beaucoup d'algues filamenteuses, le corps cellulaire chargé ou non de chlorophylle qui remplit chaque cellule à paroi de fungine ou de phycine devient bivésiculeux par production d'un liquide ou protoplasma réel de chaque côté du noyau. Celui-ci reste ensuite au centre avec un peu de la substance du corps cellulaire comme séparation entre les cavités formées l'une à sa droite, l'autre à sa gauche. Souvent, dans ces diverses circonstances, on peut constater la présence des granules doués de mouvement brownien dans le liquide de ces deux cavités, pendant que celles qui sont incluses dans l'utricule, tels que les granules de chlorophylle, par exemple, restent immobiles.

Il est de toute importance de rappeler encore ici que les faits précédents montrent que ce que Remak, Schultze et leurs imitateurs appellent *protoplasma* dans les cellules animales, correspond au corps cellulaire azoté originel sans cavité des cellules végétales, et nullement au *protoplasma* de H. Mohl ou liquide mucilagineux, etc., avec ses granules de production

ultérieure qui repousse à l'état d'*utricule azoté* la substance même de ce corps cellulaire originel (*protoplasma* de Remak, etc.); en d'autres termes, ce que ceux-ci appellent *protoplasma* est ce qui devient l'utricule azoté ou primitif de H. Mohl (1). Ce sont, enfin, les matières intra-cellulaires de *formation secondaire* des auteurs allemands, telles que les graisses et autres liquides des vésicules adipeuses, qui correspondent au *protoplasma* des botanistes. Quant à la *membrane cellulaire proprement dite*, qui se produit graduellement autour de diverses cellules épithéliales, etc., après leur individualisation; quant à celle aussi qui, autour des cellules d'origine des fibres élastiques et des fibres lamineuses, se prolonge en ces fibres, elles correspondent, chez les animaux, aussi bien que leurs dépendances fibrillaires, à la paroi de cellulose des plantes.

Les données dont il vient d'être question ne doivent être confondues sous aucun rapport avec le fait de l'individualisation en cellule, par segmentation d'un contenu cellulaire.

Les données de cet ordre sont d'autant plus importantes qu'en observant pendant toute la durée de leur existence diverses sortes de cellules, surtout parmi celles qui jouent un rôle dans la re-

(1) Notons ici, en nous reportant à ce qui a été indiqué plus haut (p. 247), que les inconvénients de l'absence de notions sur l'importance de la filiation des faits et des mots qui servent à les exprimer, se font encore plus vivement sentir dans les conditions suivantes. C'est en particulier lorsque voulant comparer les cellules animales aux cellules végétales sous tous les points de vue, ainsi qu'il est nécessaire de le faire, on trouve le mot *plasma* emprunté à la physiologie animale par les botanistes modernes, mais détourné de son sens habituel à ce point qu'il est pris comme synonyme du terme *protoplasma* dans l'acception, déjà erronée, que lui donnent Remak, M. Schultze, etc. Pour eux, en effet, il désigne tout corps cellulaire non encore vésiculeux des plantes, moins le noyau, la paroi de cellulose et les grains d'amidon, de chlorophylle, etc., qu'il pourra contenir, puis aussi, chose curieuse, moins les *fluides*, les globules oléagineux, etc., dont la production en fait une vésicule à paroi plus ou moins mince. C'est ainsi que dans les *oogones* de divers mucorinés ce n'est plus comme on le disait le *contenu azoté*, ou dans ce cas particulier le vitellus qui se *segmente* en globes vitellins ou cellulaires, c'est pour eux le *plasma* qui se sépare en sphérules pour former les *gonosphéries;* celles-ci représentent des parcelles de *plasma* qui, après la fécondation, passent à l'état de cellules parfaites ou *oospores*, par production de l'épispore et de l'endospore autour d'elles. Quand il s'agit des sporanges leur contenu est aussi du *plasma*, il en est de même des anthéridies. Les zoospores dérivant des premiers, et les anthérozoïdes des seconds, sont encore appelées, par ces auteurs, des productions *plasmatiques*, sans membrane, au moins pendant un certain temps, etc.

production des plantes et des animaux, on constate qu'aussitôt placées dans certaines conditions de nutrition diverses pour chacune d'elles, elles deviennent le siége de phénomènes de développement tant extérieurs qu'intérieurs des plus remarquables. Rien dans la structure propre de ces parties ne pouvait faire prévoir ces phénomènes, et ils entraînent graduellement des changements de forme, de dimension, de couleur, de structure, etc., susceptibles de les rendre complétement méconnaissables comparativement à ce qu'ils étaient si l'on a suivi les modifications évolutives dont ils deviennent alors le siége après avoir eu plus ou moins longtemps des caractères propres stationnaires. C'est ce qui est très-frappant par les diverses variétés de spores, de zoospores et de stylospores, lorsqu'ils se trouvent dans les conditions voulues pour leur germination et sur les grains de pollen arrivés sur le stigmate. Des faits analogues s'observent aussi sur les parties correspondantes aux précédentes, tels qu'ovules et spermatozoïdes chez divers animaux, parmi les plus simples, tels que divers infusoires. Les cellules qui, en se développant, prennent les caractères et jouent le rôle physiologique d'organes bien déterminés (voy. plus haut p. 48), présentent aussi, dans certaines conditions données, une succession de changements évolutifs de cet ordre des plus remarquable par leur étendue : telles sont, par exemple, les cellules du mycélium, celles de certains poils végétaux, etc.

On retrouve, dans les faits qui viennent d'être cités, des exemples de l'ordre de ceux qui seront mentionnés plus loin à propos des éléments anatomiques animaux qui montrent dans quelles limites, pendant la durée de l'évolution, peut s'étendre en longueur et se modifier, au point de vue de la structure, la substance de tel ou tel élément anatomique. Seulement, dans les plantes, les tubes polliniques, les filaments ou cellules de mycélium restent creux, tandis qu'il n'en est ainsi sur aucun des filaments dérivant des cellules animales.

CHAPITRE IV

SUR LES CONDITIONS QUI DÉTERMINENT L'ABSENCE OU LA PRÉSENCE DE LA PAROI CELLULAIRE.

Avant de parler des modes même d'après lesquels les corps cellulaires, jusque là sans enveloppe, peuvent se montrer entourés d'une paroi propre, notons d'abord qu'il ne faut pas confondre les phénomènes de sa production avec ceux dans lesquels une pellicule pourrait être produite par coagulation de la superficie d'un corps cellulaire sans paroi, par suite du contact de l'eau ou des autres liquides soit conservateurs, soit habituellement employés dans l'exécution des préparations. Disons aussi que la tendance manifestement excessive de quelques auteurs à vouloir, avec M. Schultze et E. Brucke, ne voir dans les parois cellulaires qu'une partie tout à fait secondaire ou accessoire des cellules (1) fait exagérer beaucoup le nombre des cas dans lesquels la membrane cellulaire ne serait point telle, mais serait une *couche corticale* du corps cellulaire (c'est-à-dire de ce que ces auteurs nomment *protoplasma*) simplement durcie par le contact des substances environnantes.

L'observation montre, en effet, depuis les infusoires jusqu'aux cellules des animaux supérieurs, qu'il y a beaucoup d'espèces de cellules qui sont naturellement pourvues d'une paroi se produisant dès l'époque de l'individualisation ou peu après et par tel ou tel des modes indiqués plus loin. Il est même singulier de voir à quel point des généralisations hasardées, fondées sur quelques faits et non sur les différences que peuvent offrir les mêmes éléments comparés à eux-mêmes, depuis l'époque de leur apparition jusqu'à celle de leur plein

(1) Notons cependant que d'autres auteurs non moins autorisés admettent que si la paroi manque au commencement de la vie des cellules, *les membranes cellulaires sont toujours le résultat d'une évolution progressive* (Gegenbaur, *Manuel d'anat. comparée*, trad. franç. Paris, 1872, liv. I, p. 28). Gegenbaur admet de plus qu'elles sont toujours le résultat d'un passage des cellules à un état différent; mais cette vue ne saurait être admise comme s'appliquant à toutes les cellules pourvues d'une paroi.

développement, a pu faire nier l'existence des dispositions anatomiques les plus évidentes, et oblige de revenir sur leur démonstration.

Malgré les assertions contraires de E. Brucke et autres auteurs, le mouvement brownien des granules intra-cellulaires prouve l'existence d'une paroi propre, naturelle, distincte de la cavité et de son contenu, à la condition toutefois qu'il s'agisse bien d'une cellule et non de l'un des cas de productions accidentelles morbides ou cadavériques indiqués plus haut (voy. p. 99 et 105), ou encore de productions vésiculeuses par mélange de liquides non miscibles (voy. p. 101). Ce mouvement s'observe entre la paroi et le noyau, lorsque celui-ci est en quelque sorte flottant dans le liquide intra-cellulaire, ainsi que cela se voit sur les hématies encore granuleuses de l'embryon des batraciens et des reptiles, sur les cellules qui forment une couche à la superficie de leurs centres nerveux embryonnaires, etc. Il a lieu librement dans tout le liquide, lorsque le noyau est inclus dans la paroi par production d'un *protoplasma*, d'après le mécanisme que nous venons d'indiquer (p. 242, 2° et 3°); c'est ce dont les cellules des plantes, les cellules adipeuses fœtales, etc., offrent de nombreux exemples. Ces faits, ainsi que nous l'avons déjà dit (p. 66-67), sont aussi manifestes pour les cellules que pour les noyaux.

Il est même des cas dans lesquels une paroi cellulaire existe alors qu'il n'y a pas de mouvement brownien des granules inclus; en sorte que l'absence de ce mouvement ne suffit pas pour prouver l'absence d'une paroi propre. C'est ce qui a lieu pour les leucocytes et les cellules de la notocorde tant qu'ils sont dans leurs milieux naturels, et pour quelques cellules végétales. Ce fait tient à ce que le contenu est trop dense, trop tenace pour se prêter aux oscillations des granules. Mais alors l'addition d'eau, qui pénètre par endosmose et ramollit le contenu en distendant la paroi, fait que le mouvement devient visible. Souvent la distension de la paroi par l'eau, dans le cas des leucocytes et autres lépocytodes animaux, est assez grande pour amener sa rupture et l'expulsion du contenu. La paroi revient sur elle-même en général et se plisse sous les

yeux de l'observateur, de manière à démontrer nettement son existence.

Pour les cas dont il vient d'être parlé et pour ceux au moins aussi répandus signalés plus haut (p. 242, 1°), il est aisé de reconnaître, depuis les cellules des plantes jusqu'à celles de l'homme, que leur paroi est une partie naturelle et qu'elle n'est aucunement une *coagulation* de la substance cellulaire (*protoplasma* des auteurs allemands) par l'eau et autres réactifs, ainsi qu'avec Kuhne le supposent encore quelques médecins. Lorsqu'un agent chimique, depuis l'eau jusqu'aux solutions quelconques, est au contact des éléments anatomiques, de leurs diverses parties, du contenu échappé de leur cavité, il est on ne peut plus facile de constater que son action ne s'arrête jamais à leur superficie; elle s'exerce là d'abord, il est vrai, parfois même brusquement, ainsi qu'on le voit quand elle est coagulante ou amène une précipitation (comme pour l'azotate d'argent); mais, au bout d'une à quelques minutes, on suit les effets de cette action pour les changements dus à une coagulation (chromates, acide chromique, etc.), ou à une liquéfaction (eau, ammoniaque, etc.) qu'entraîne la pénétration endosmotique de l'agent employé que rien n'arrête tant que l'élément n'en est pas saturé chimiquement. Ces actions coagulantes ou autres sont les mêmes de la surface à la profondeur de la cellule, quand la substance de cette surface ne diffère pas de celle du reste du corps cellulaire, et ne s'arrêtent pas à sa portion superficielle seule. Elles diffèrent, au contraire, d'une portion à l'autre des cellules partout où ces agents rencontrent des parties constituantes chimiquement distinctes, nutritivement et évolutivement formées. Leur influence décèle bien réellement la préexistence de ces parties à l'action chimique, et non la formation chimique de celles-ci en dehors des actes de rénovation moléculaire; car, lorsque l'eau, agissant sur les leucocytes, sur les cellules de la notocorde des embryons humains et autres, met en évidence leur paroi propre, et rend tout à fait fluide leur contenu, dont on voit alors s'agiter les granules, on ne saurait considérer l'eau comme ayant la propriété de causer un durcissement de la surface et une liquéfaction de la profondeur d'une seule et même sub-

stance, alors qu'elle ne produit rien de pareil sur les cellules qui les avoisinent, et qui, physiquement, n'ont pas plus de consistance qu'elles; telles sont, par exemple, les cellules de la vésicule ombilicale des batraciens et autres animaux, celles de leurs épithéliums, etc. Il en est encore de même lorsque l'eau ammoniacale dissout certains granules très-évidents, au milieu d'autres qui, pendant ce temps-là, continuent leur mouvement brownien dans des cellules dont la paroi se gonfle sous les yeux de l'observateur et ne se dissout que plus tard. Les hématies encore granuleuses de l'embryon des batraciens et des reptiles et d'autres cellules encore en offrent des exemples. Sur ces mêmes cellules, on peut inversement suivre l'influence de la solution un peu concentrée d'acide chromique faisant cesser tout mouvement brownien, en même temps qu'elle fait paraître plus épaisse la paroi, grenu ou strié le liquide hyalin où s'agitaient les granules, foncé et granuleux le noyau qui était hyalin auparavant. Il en est encore ainsi lorsque sur de jeunes têtards (*Rana viridis* et *temporaria*, *Hyla arborea*, *Triton cristatus* et *marmoratus*, *Axolotl*), les hématies, déjà jaunâtres, sphériques ou non, qui viennent d'apparaître et contiennent encore des globules vitellins, sont attaquées de telle sorte par l'acide acétique, qu'on voit ces globules se dissoudre, alors que leur mince paroi propre résiste plusieurs minutes, pendant lesquelles les fins granules graisseux qui les accompagnent dans la cavité y restent doués de mouvement brownien, jusqu'à ce que cette paroi soit elle-même dissoute plus tard.

Comme, lorsque des cellules sont plongées dans un liquide non-coagulable, l'acide chromique ne fait pas cesser en même temps l'agitation des granules extra-cellulaires, on voit manifestement que ceux qui cessent de se mouvoir étaient dans un liquide intra-vésiculaire coagulable. La paroi de la cellule peut du reste alors être parfois chiffonnée ou brisée. Il est des cellules sur lesquelles on la voit se resserrer à mesure qu'agit l'acide chromique ou une solution concentrée de phosphate de soude, rassembler autour du noyau les granules, et faire ainsi cesser le mouvement brownien très-vif jusqu'alors. Si, comme dans le cas des phosphates, la solution n'est pas coagulante, on peut, en réajoutant un liquide moins dense, tel que l'eau,

voir réapparaître l'état primitif de l'élément et le mouvement brownien de ses granules.

Dans le cas des agents conservateurs coagulants, tels que les liquides alcooliques, chromiques, etc., tantôt les cellules restent rétractées, tantôt c'est leur contenu qui est coagulé, et dans l'un et l'autre cas, après le durcissement, il est impossible de constater l'existence d'une paroi propre distincte du contenu, comme on le fait sur l'élément frais vu dans son milieu naturel ou dans une sérosité.

Quand, de plus, sur les têtards vivants, on voit dans les capillaires les granules des hématies doués de mouvement brownien, alors que ceux des leucocytes voisins ne s'agitent qu'après leur issue et contact de l'eau qui liquéfie une portion de leur contenu, il faut bien reconnaître que la paroi propre préexiste, dans les milieux naturels, à l'influence des agents artificiels. Lorsqu'on a constaté les particularités précédentes sur des cellules alors que d'autres qui les accompagnent ne les présentent pas, il devient manifeste qu'on a réellement sous les yeux une cellule pourvue d'une paroi propre naturelle à côté de cellules d'une autre espèce qui sont dépourvues de cette enveloppe (1).

(1) Sur le sujet qui vient d'être traité, voyez aussi : Neumann, *Ueber die zusamm. sogen. Molecularen mit den Leben des Protoplasma* (Arch. für Anat. und Physiol. Berlin, 1867, in-8.). — Beale, *On contractility* (Quaterly Journ. of microscop. sc. London, 1864, in-8, p. 182), *Lectures on germinal matter*. (Medic. Times and gaz. London, 1868, in-4, p.251). — Duffin, *Some account of protoplasma* (Quaterly Journ. of microsc. sc. London, 1863, in-8, p. 251). — Mantegazza, *Degli innesti animali e della produzione artificiale delle cellule*. Milano, 1865, in-8. — Rovida, *Beitrag zur Kenntniss der Zelle*. (Sitzungsbericht der Wiener Acad. Vien, 1867, in-8, t. LVI). — Beale, *Bioplasm and its degradation* (Quaterly Journ. of microsc. sc. London, 1870, p. 209); *Protoplasma of lite matter and mind*. London, in-8, 1870, 2e édit.; *On the structure of the simple tissues of the human Body* (Archiv. of medicine. London, 1861, vol. I et II). — J. H. Bennett, *Lectures on molecular physiology* (The Lancett. London, 1863, in-4). — Burnett, *The cell, its physiology, pathology and philosophy* (Transact. of American med. assoc. Philadelphia, 1853, t. VI, in-8). — Cienkowsky, *Zur Genesis eines einzelnes., Organismus*. Petersburg, 1856, in-8. — Huxley, *Protoplasm, or the physical basis of life* (Fornitghtly Review, 1869, in-8). — Karsten, *De cella vitali*. Berlin, 1843, in-4.

ARTICLE PREMIER. — SUR LA PRODUCTION DE LA PAROI PROPRE DES CELLULES.

Ces notions préliminaires indispensables étant exposées, nous devons examiner comment, en même temps que les cellules profondément ou superficiellement situées dans chaque organe changent plus ou moins de forme, d'autres modifications surviennent dans leur substance même.

A cet égard, il importe d'avoir toujours présent à l'esprit que les phénomènes d'évolution, quels qu'ils soient, consistent en changements incessants ayant lieu dans la substance même des éléments anatomiques, etc., pendant toute la durée de leur existence, qui tous restent incompréhensibles si l'on cesse un instant de se rappeler que le développement est subordonné à la nutrition. On entend par là que la nutrition, par la rénovation continue moléculaire des principes immédiats constitutifs, fournit ou enlève incessamment des matériaux dans l'intimité de la substance de chaque élément, et devient ainsi la condition d'accomplissement de ces changements de forme, de volume et de structure, qui caractérisent toutes les particularités du développement. Les premiers de ces changements dont il y ait à parler ici sont ceux qui amènent les cellules du blastoderme de divers animaux, les cellules épithéliales prismatiques en général, les cellules épithéliales polyédriques de beaucoup de glandes, les cellules de la dentine, celles de la notocorde des mammifères, etc., à présenter, peu après leur individualisation, une mince pellicule hyaline superficielle, assez résistante, séparable du reste de la masse ou corps cellulaire (*protoplasma* de divers auteurs), qui conserve la consistance demi-solide, pâteuse ou friable qu'il avait, ou devient plus solide qu'auparavant dans quelques espèces, ou au contraire fluide, bien que rarement (voy. p. 242, 1°).

Les globules rouges du sang des embryons des batraciens en offrent un exemple des plus remarquables; alors même qu'ils ont déjà pris leur forme lenticulaire, et n'ont plus de granules vitellins (voy. p. 257), mais seulement de fins granules graisseux, on constate le mouvement brownien de ceux-ci au sein

de ces éléments, aussi bien que lorsqu'ils sont encore sphériques. On le constate dans ceux mêmes qui sont dans les capillaires de l'animal vivant dès qu'un obstacle ralentit ou arrête leur course, et l'on peut ensuite, en les faisant tomber dans l'eau par déchirure des tissus, les voir se gonfler, puis survenir la rupture de leur mince paroi que l'on attaque lentement. Un fait analogue s'observe aussi durant le développement des cellules à noyau hyalin sans nucléole de la couche superficielle des centres nerveux des batraciens.

Dans certaines cellules, comme celles du blastoderme, qui dérivent directement des sphères de segmentation vitelline, survient une diminution notable de volume et de nombre de leurs granulations moléculaires graisseuses ou autres ; ces dernières sont ainsi beaucoup plus petites et plus pâles que dans le vitellus et dans les globes vitellins qui proviennent de sa segmentation.

Mais le phénomène principal dont il est ici question, et qui donne les caractères de cellule dans divers éléments d'une manière complète, consiste en ce que leur partie superficielle devient ferme, susceptible d'être déchirée et de conserver les irrégularités de cette déchirure sans se rétracter ni revenir sur elle-même, comme le fait par exemple la substance hyaline nterposée aux granulations dans les globes vitellins. Elle représente alors une véritable paroi, enveloppe ou membrane de cellule, épaisse de 1 à 2 millièmes de millimètre et souvent moins. Aussi les deux lignes parallèles limitant ses faces interne et externe ne sont-elles presque jamais assez écartées pour qu'on puisse distinguer l'une de l'autre. Cette distinction est parfois possible, quand cette paroi est épaisse comme sur les cellules de la notocorde du chien, de l'épiderme des embryons de batraciens, de reptiles, etc.

Cette paroi est homogène, transparente, et les granulations plus ou moins foncées qui s'avançaient jusqu'à la surface ou presque jusqu'à la surface du corps cellulaire, se trouvent alors sous-jacentes à elle. Il résulte de là que les cellules ainsi constituées sont polygonales par leurs faces contiguës et par celle qui est aplatie contre la membrane vitelline, s'il s'agit des cellules blastodermiques de quelques vertébrés et invertébrés,

mais elles font encore une saillie hémisphérique dans le liquide qui se produit dans le centre de l'œuf lorsque le blastoderme est constitué.

D'une manière générale, les cellules conservent alors leur forme polyédrique lors même qu'elles sont isolées, à moins qu'au lieu de les tenir dans du sérum on ne les plonge dans l'eau pure qui les gonfle, ou qu'elles ne commencent à se ramollir cadavériquement; dans ce cas, elles deviennent sphéroïdales. D'autres fois des exsudations de gouttes hyalines muciformes sont fournies par le corps cellulaire qu'enveloppe la pellicule superficielle, et les rendent bosselées (fig. 26, p. 206) ou même tout à fait sphériques (voy. p. 94 et 99).

Ce sont alors de véritables *cellules* avec contenu (dit *protoplasma* par quelques auteurs), remplissant une cavité distincte d'une paroi ou enveloppe. Il importe pourtant de ne pas oublier que ce contenu est demi-solide et non fluide, qu'il retient le noyau inclus dans son épaisseur, et que même, quand ces cellules se gonflent plus ou moins au contact de l'eau, elles ne montrent pas de mouvement brownien, comme le font les leucocytes. Mais ce mouvement se montre sur les granules graisseux du protoplasma des cellules de la notocorde des embryons humains, de lapin, etc., gonflées par l'eau (1).

Le gonflement par l'eau ou par suite d'altérations cadavériques vient souvent, sur des éléments anatomiques d'un petit volume, comme les épithéliums de la rate, des glandes lymphatiques, etc., déceler l'existence d'un corps cellulaire avec paroi propre très-mince entourant un mince contenu granuleux et un noyau, alors que l'on pouvait d'abord prendre celui-ci pour un noyau libre. Les exemples de ce genre sont surtout communs dans les tissus des embryons. De plus, la régularité et la transparence de la vésicule, rendue sphérique et ainsi mise en évidence, sont des plus remarquables. Le plus souvent, sa minceur est telle qu'on ne peut mesurer son épaisseur. Les granules qu'elle retient, ceux qui flottent entre elle et le noyau, dont elle s'est écartée, et qui sont doués d'un vif mouvement brownien, montrent qu'un fluide incolore l'a traversée par

(1) Ch. Robin, *Sur l'évolution de la notocorde*, in *Mém. de l'Institut* (Académie des sciences), 1870, in-4°, t. XXXVI, p. 418.

endosmose et la distend, au point parfois d'amener sa rupture sous les yeux de l'observateur.

Dans les énormes cellules épithéliales des embryons des batraciens, des axolotls en particulier (fig. 34), on peut suivre aisément les phases de la génération de la paroi cellulaire, qui vient d'être décrite, et qui graduellement atteint une épaisseur de 4 à 8 millièmes de millimètre sur la face libre des cellules, tandis qu'elle demeure deux à trois fois plus mince sur les autres faces. Par sa translucidité, elle tranche sur le contenu à gros granules vitellins foncés. On voit qu'elle n'est pas en continuité de substance avec la matière amorphe, qui tient ceux-ci agglutinés ensemble, car elle s'en écarte souvent sur quelques points de son étendue (*b*), ce qui permet de voir aussi nettement la ligne qui limite sa face interne que celle qui limite le contour externe. En s'écartant ainsi du côté qui porte des cils vibratiles, elle soulève ces derniers sans qu'ils cessent de se mouvoir aussi vite qu'auparavant. Ce fait permet de constater que ces filaments ne sont pas des prolongements du contenu (dit *protoplasma*), qui traverseraient de part en part la paroi, criblée de trous à cet effet, pour se mouvoir en dehors, ainsi que l'admettent divers auteurs, dont les vues ont été depuis longtemps contredites par Pringsheim et Reichert.

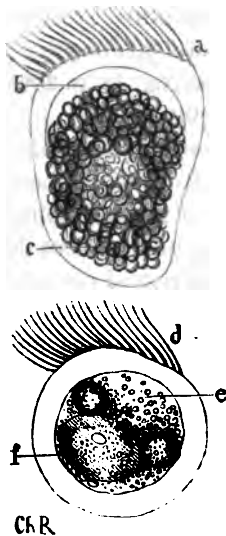


Fig. 34 (*).

On constate tout aussi nettement, du reste, sur les infusoires unicellulaires ciliés que ces filaments mobiles sont portés par la paroi et non par la substance incluse quelle qu'elle soit;

(*) Cellules épithéliales cutanées à cils vibratils d'un Axolotl venant d'éclore. Grossies 400 fois. *a*, *b*, *c*, cellule avec sa forme naturelle venant d'être isolée des autres, déjà un peu gonflée par l'eau dont les cils (*a*) se meuvent encore vivement malgré que l'épaisse paroi qui les porte fait écarter avec interposition d'un liquide (*b*) entre elle et le contenu granuleux (*c*) au centre duquel on entrevoit le noyau; *d*, *e*, *f*, autre cellule, incolore, devenue sphérique au contact de l'eau après isolement et montrant son noyau (*f*) avec deux gouttes huileuses qui le touchent et des granules doués de mouvement brownien dans sa cavité. Les cils vibratiles sont (*d*) en continuité de substance avec la paroi hyaline, mais ne la traversent pas.

qu'ils ne sont aucunement des dépendànces de cette substance, et que la paroi n'est pas criblée de trous pour les laisser passer en dehors (1).

Sur les batraciens d'autre part, on voit les cils portés par la paroi hyaline à une époque où le contenu est composé uniquement par des granules tant vitellins que graisseux. De plus, en coupant ou rompant la paroi cellulaire, tout ce contenu se disperse si vite et de telle sorte qu'on ne comprend pas comment les cils, relativement résistants, pourraient en être des prolongements traversant la paroi.

Parmi les exemples remarquables et des plus nets de la production d'une paroi cellulaire de ce genre, il importe de mentionner l'ovule, dont l'enveloppe va ensuite, en s'épaississant souvent beaucoup, comme on le constate sur les mammifères, etc., sans que le contenu ou vitellus cesse d'être demi-solide, plus ou moins tenace. Ici et dans un grand nombre de cellules reproductrices et autres des plantes et des animaux, la paroi propre présente des modifications de structure soit à sa surface, soit dans toute son épaisseur, qui sont souvent fort considérables, telles que saillies, ponctuations, etc.

Il faut noter à cet égard que la paroi cellulaire est tellement peu une partie de formation régressive et d'importance secondaire, elle est si bien une partie remplissant un rôle déterminé qu'on la voit grandir en même temps que croît l'embryon sur les batraciens ; chez les larves unicellulaires de quelques vers, elle produit même un stylet à l'extrémité effilée de ces êtres ; puis plus tard son contenu se segmente, amène l'animal à être multicellulaire, et elle grandit à mesure que les cellules qu'elle contient croissent et augmentent de nombre par segmentation.

Il est des cellules qui, une fois pourvues ainsi d'une paroi propre, peuvent offrir, surtout dans des cas d'hypertrophie pathologique, des exemples de scission unique ou répétée de leur noyau seul, comme il a été dit plus haut (voy. p. 216), ou à la fois de celui-ci et de leurs corps ou masse devenu ainsi contenu cellulaire.

(1) Il sera question plus loin du *plateau cuticulaire* des cellules épithéliales prismatiques et de ses rapports avec les cils vibratiles au chapitre traitant de la *contractilité des cellules.*

Les cellules épithéliales, les cellules fibro-plastiques hypertrophiées dans certaines tumeurs en offrent parfois des exemples toujours rares cependant (1), mais du reste comparables à ce qui a lieu pour le vitellus après que la fécondation a été suivie de la genèse du *noyau vitellin* (p. 177).

Une fois qu'est formée la paroi pelliculaire sur les espèces de cellules, qui en ont une, il en est (telles que celles dites de la dentine, les cellules épithéliales prismatiques qui en donnent des exemples très nets, celles de diverses glandes des vertébrés ou des invertébrés, qui restent ainsi pendant toute la durée de leur existence). Ce sont cellee-ci qui dans les cas pathologiques ou cadavériques, produisent (voy. p. 99) une exsudation hyaline qui distend la paroi et repousse sur quelque point la substance granuleuse avec son noyau (2). Sur un petit nombre des espèces, ce contenu passe à l'état demi-fluide, ou

(1) Il est parfaitement vrai que, comme Schultz l'a spécifié, les cellules encore dépourvues de membrane sont les seules qui se multiplient par scission totale. Mais il est parfaitement certain qu'il y a des cellules animales dont la substance se segmente dans cette paroi, qui persiste plus ou moins longtemps pour se résorber ensuite; on sait que le contenu grenu azoté et mucilagineux des cellules végétales se segmente de même sous la paroi de cellulose. Ce fait, ainsi que nous le dirons, se voit encore sur la substance grenue solide des noyaux qui se segmente au-dessous de leur paroi propre pelliculaire. Il n'est donc pas plus juste de considérer la production de cette paroi pelliculaire (voy. p. 259) comme le commencement d'une période dite régressive, qu'il ne le serait dans le cas dont il vient d'être question. Il y a des conditions dans lesquelles cette paroi, après être restée plus ou moins longtemps dans l'état où elle se trouve après son apparition, offre encore certaines modifications évolutives qui prouvent qu'elle n'est point inerte. C'est ce que montre, par exemple, la membrane vitelline de l'ovule des batraciens et d'autres animaux encore, qui grandit au point de former graduellement une vésicule deux ou trois fois plus large que lors de la fécondation, et cet agrandissement a lieu autrement que par simple distension physique, pendant que son contenu vitellin est le siége des phénomènes de segmentation, etc., qui amènent la formation de l'embryon. Du reste, lorsque l'élément anatomique devient cellulaire par production d'une pellicule superficielle ou par celle d'un liquide au centre de sa substance, qui se distend ce fait coïncide généralement avec la cessation de toute multiplication de l'élément anatomique par segmentation; mais il coïncide d'autre part avec la manifestation d'une série d'actes physiologiques distincts de leurs antécédents, différant d'une espèce de cellule à l'autre et qui marquent des périodes différentes de leur existence.

(2) Dans la substance de ces cellules, des leucocytes et dans les cellules épithéliales pavimenteuses de l'urèthre, de l'œsophage prises sur les mammifères vivants, sur celles de la peau des mollusques terrestres et aquatiques dans les mêmes conditions, souvent on voit, peu après qu'elles sont placées sous le microscope, se former entre la superficie et le noyau des gouttelettes hyalines, rosées ou jaunâtres, telles que celles dont il a été question pages 97 et 98, fig. 17, *m*.

du moins il devient tel que le contact de l'eau le rend fluide, comme sur les leucocytes, sur les cellules de la notocorde des mammifères et des poissons. Pour ces derniers, c'est au sein de cette substance que, plus ou moins tôt selon les classes de vertébrés dont il s'agit, se produisent les gouttes de substance hyaline, incolore ou rosée, de *formation secondaire*, qui distendent ces cellules sous forme de grandes vésicules; elles repoussent le noyau et le reste de la substance grenue contre la paroi; on le voit nettement dans la notocorde des têtards de grenouille, dont les cellules contiennent quelques fins granules mélaniques.

Les cellules épithéliales pigmentées de la choroïde et d'autres encore, qui normalement sont dépourvues de cette paroi pelliculaire (fig. 35, *a*, *b*, *c*), peuvent devenir pathologique-

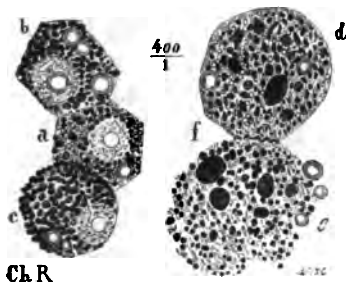


FIG. 35 (*).

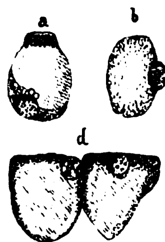


FIG. 36 (**).

ment le siége de la production de cette paroi, avec passage à l'état fluide de la substance cellulaire qui était demi solide, et avec atrophie ou non du noyau devenu flottant dans le liquide. La paroi propre ainsi produite peut facilement être brisée (*f*) et laisser échapper son contenu (*e*). Ces faits ne sont naturellement pas visibles sur les pièces dont le durcissement a coagulé le contenu cellulaire et ratatiné la paroi.

(*) Cellules de la face interne de la choroïde d'un œil atteint de glaucome depuis plusieurs années. *a*, *b*, *c*, cellules de forme encore normale ou sphériques (*c*) contenant quelques gouttes d'huile avec la mélanine, un noyau hypertrophié dans lequel s'est produit un gros nucléole, qui était allongé en forme de bâtonnet dans quelques-uns; *d*, cellule sans noyau devenue plus de deux fois plus grosse qu'à l'état normal, vésiculeuse, avec mouvement brownien de son contenu; *e*, contenu échappé par rupture de la cellule en *f* et composé de granules de mélanine gros et petits et de gouttes huileuses. Beaucoup de cellules plus grosses encore que celles-ci se trouvaient dans la couche épithéliale pigmentée de la choroïde.

(**) Cellules des tubes urinipares d'un rein albuminurique (au plus haut degré de l'altération), devenues sphéroïdales, etc., par suite de leur passage à l'état vésiculeux avec refoulement des granules et du noyau de deux côtés de la cellule (*a*), ou d'un seul côté (*d*), ou avec disparition complète (*b*) de la substance granuleuse (Ch. Robin).

Dans les cellules épithéliales, tant des muqueuses que glandulaires, on voit diverses conditions morbides déterminer la production d'un fluide hyalin qui les rend vésiculeuses avec refoulement de leur contenu granuleux et de leur noyau contre la paroi (fig. 36, *a*, *d*) ; ce contenu peut même se résorber tout à fait (*b*). Il est des cas dans lesquels c'est lui qui se liquéfie directement quand la paroi est formée.

Les variétés des dispositions que présentent alors les granules et le noyau refoulés, ainsi que celles des déformations de chaque cellule qui en sont la conséquence, sont très-nombreuses. Souvent les cellules prismatiques qui se trouvent dans des conditions telles qu'elles ne peuvent subir une desquamation régulière, se dilatent et se creusent ainsi d'excavations d'un seul ou des deux côtés du noyau. Dans le premier cas, elles

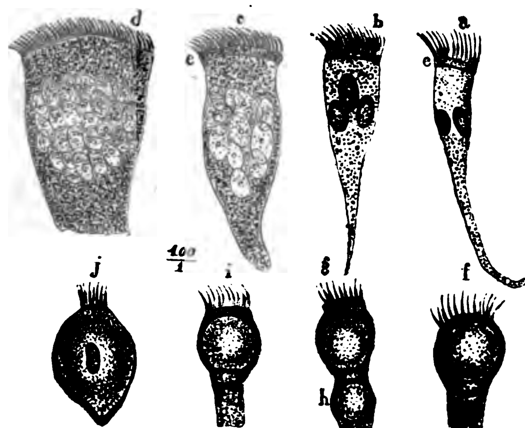


FIG. 37 (*).

donnent à la cellule la figure d'un verre à pied (fig. 37, *f*, *i*); le noyau, parfois méconnaissable, est repoussé du côté resté étroit. Souvent la cellule s'ouvre à son extrémité élargie, et

(*) Cellules épithéliales, à cils vibratils, hypertrophiées ou devenues vésiculeuses telles qu'on en trouve dans le col de l'utérus et dans sa cavité oblitérée ou non chez les femmes âgées; 500 diamètres ; *a*, *b*, *c*, *d*, cellules du col utérin hypertrophiées à deux ou un plus grand nombre de noyaux chez une femme de soixante-quinze ans. On en voit d'analogues dans la trachée des vieillards; *e*, plateau portant les cils ; *f*, *i*, cellules vésiculeuses d'un côté seulement de leur noyau ; *g*, cellule vésiculeuse des deux côtés de son noyau qui est devenu ovale transversalement ; *j*, cellule devenue vésiculeuse dans toute son étendue dont le noyau est resté dans la paroi vers le milieu de sa longueur. (voy. *Mém. de l'Acad. de médecine*, 1861, t. XXV).

laisse exsuder là sa substance intérieure sous la forme d'un grand globule hyalin, ou même se vide tout à fait en prenant la forme d'un verre à pied ou d'un entonnoir. Il est de ces dispositions qui ont par erreur été décrites comme normales. Dans le second cas, ces dilatations peuvent être plus ou moins considérables et alors les cellules se présentent comme des vésicules en bissac (*g*), renflées au-dessus et au-dessous du noyau; celui-ci est comprimé de chaque côté au milieu de la cellule et la substance du corps de la cellule lui reste ou non adhérente. Ces modifications peuvent aller au point de rendre la cellule plus ou moins vésiculeuse (*i*).

Après la génération normale de cette mince paroi, il peut se produire dans la substance incluse demi-solide (*protoplasma* de Remak, etc.) des gouttes d'un liquide coloré ou non qui la distend plus ou moins; elles deviennent ainsi les cellules diplasmatiques de Kölliker (1) et des auteurs qui adoptent le sens donné au mot *protoplasma* par Remak, etc.

C'est ce qu'on observe dans les cellules fibro-plastiques passant à l'état de vésicules graisseuses, alors que déjà elles possèdent cette pellicule; leur substance propre finement grenue, ainsi que le noyau, repoussés contre celle-ci, sont distendus et se confondent avec elle, sans ni l'un ni l'autre se transformer aucunement en graisse; c'est ce que l'on constate lorsque cette dernière se résorbe durant l'amaigrissement sénile ou autre avec ou sans production d'un fluide incolore à la place de la graisse. Sur certains de ces éléments cependant, le noyau disparaît pendant la dilatation adipeuse et la vésicule en est alors dépourvue (2).

(1) A propos des *cellules diplasmatiques* dont il vient d'être fait mention, il est très-important de noter que dans certaines cellules de plantes (fruits, calice, etc.) déjà pourvues d'un *protoplasma* incolore (en prenant ce mot dans le sens que lui a donné H. Mohl), on voit des gouttes de liquides colorés en jaune, en violet, etc., se produire au sein de ce dernier, sans se mélanger à lui en raison de leurs différences de consistance. Ce sont ici des cellules véritablement *diplasmatiques*, c'est-à-dire contenant des liquides de deux sortes produits l'un après l'autre.

(2) Voy. Ch. Robin, article ADIPEUX du *Dictionn. encyclop. des sc. médic.*, 1865. Il importe de noter ici que la réplétion précoce des cellules fibro-plastiques soit par la graisse, soit par des granules mélaniques, c'est-à-dire avant que se soient développés leurs prolongements fibrillaires, les fait passer et rester à l'état des vésicules adipeuses dans le premier cas, les fibres qui en dérivent

Des phénomènes analogues, mais dus à la production de gouttes d'une substance attaquable par l'eau, s'observent aussi sur les cellules de la notocorde de l'homme et de divers mammifères (voy. p. 98, fig. 17); elles subissent par suite des modifications de forme et de structure très-variées. Il en est de même pour les cellules de quelques glandes des invertébrés.

Ainsi qu'on le voit et contrairement à ce que semblent admettre quelques auteurs, il serait aussi inexact de nier l'existence de cellules pourvues d'une paroi propre, distincte d'un contenu, que de nier celle des cellules sans paroi. On constate manifestement l'existence des unes et des autres, et pour plusieurs d'entre elles, comme celles de la dentine, presque toutes les cellules épithéliales prismatiques, les ovules, etc., un de leurs attributs évolutifs est de n'avoir pas de paroi propre pendant les premiers temps de leur existence et d'en présenter une plus tard comme conséquence des phases de leur développement.

ARTICLE II. — SUR LE PASSAGE A L'ÉTAT UTRICULAIRE DES CELLULES DÉPOURVUES DE PAROI PROPRE.

Il est un autre mode de production d'une cavité distincte de la paroi cellulaire qu'il importe singulièrement de distinguer du précédent, ce que ne font pas les auteurs classiques.

Du reste, ici comme dans le cas précédent, l'apparition de cette cavité, quand elle se forme, est un phénomène d'évolution ou de développement, et non un fait primitif ou de génération. La sécrétion de la matière sébacée en offre un exemple remarquable, en montrant que cette cavité se creuse par une succession de modifications de la structure intime du corps même de la cellule, c'est-à-dire par la production de certains

ne se développant ordinairement pas alors. C'est ce que l'on voit se produire dans la moelle des os quand elle passe à l'état graisseux dès les premiers mois ou les premières années qui suivent la naissance. La moelle manque alors tout à fait ou partiellement de la trame fibrillaire qu'on lui trouve lorsqu'elle est peu ou pas graisseuse. Dans le second cas, assez fréquent sur la face sclérotical de la choroïde et dans les tumeurs mélaniques, les cellules restent polygonales à angles mousses ou non, mais sans les prolongements en fibres lamineuses observables sur les cellules voisines.

liquides (p. 247. 3°) au sein de la substance homogène et pleine qui s'est individualisée en corps de cellule par segmentation inter-nucléaire, sans qu'il y ait production d'une paroi pelliculaire superficielle telle que celle dont il vient d'être question.

Dans les glandes sébacées, on voit des gouttelettes huileuses, jaunes, sphériques, à contour foncé, très-fines d'abord, puis de plus en plus grosses, se former autour du noyau qui est au centre de la cellule (fig. 38, *c*). Chaque goutte occupe



Fig. 38 (*).

alors une cavité qu'elle remplit, dont la production a déterminé l'apparition, et bientôt les gouttes, devenant contiguës, le corps de la cellule est ainsi creusé d'une cavité qu'il ne possédait pas auparavant. Les gouttes d'huile remplissent cette cavité. On ne trouve aucun liquide interposé entre elles. La

(*) Cul-de-sac et cellules d'une glande sébacée d'un poil de la barbe. Grossis 500 fois. *a*, *c*, *d*, la paroi propre hyaline un peu grenue, épaisse d'environ 0mm,01. La cavité du cul-de-sac est remplie de cellules tant polyédriques que sphéroïdales que distendent des gouttes huileuses; *b*, *e*, *f*, cellules polyédriques se séparant des autres au point de rupture et montrant bien l'épaisseur de la substance hyaline des cellules formant paroi autour des amas de gouttes d'huile qui les distendent; *g*, cellule isolée devenue sphérique, dans laquelle les gouttes huileuses sont volumineuses; *h*, autre cellule dans laquelle les gouttelettes se sont en partie fondues les unes avec les autres en une grosse goutte; *i*, autre cellule dans laquelle tout le contenu est homogène par fusion ensemble de toutes les gouttelettes huileuses; *j*, cellule épithéliale plus allongée que les autres; *k*, cellule analogue en partie, vidée de son contenu par rupture de son extrémité.

paroi est formée par la totalité de la substance même du corps de la cellule et non par une portion de sa superficie modifiée moléculairement comme dans les cas précédents. Dans ce mode de production, les contours indiquant ses faces interne et externe sont bien marqués, et leur écartement mesure l'épaisseur de cette paroi (fig. 39, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*) : épaisseur d'autant

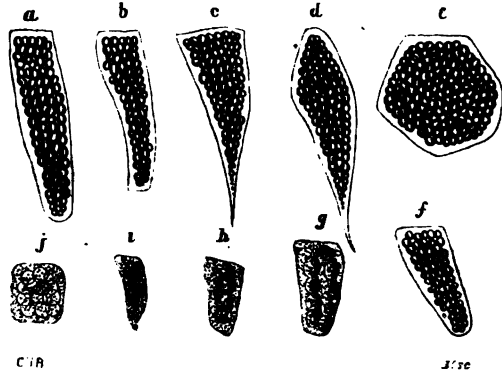


Fig. 39 (*).

plus grande que la cellule renferme un moindre nombre de gouttes graisseuses et que toute sa substance est moins distendue par elles.

Mais en raison de leur non-miscibilité avec les autres principes immédiats de la substance organisée, les corps gras formés là ne sont pas (comme les composés qui se produisent dans les autres glandes) rejetés molécule à molécule par exosmose dialytique et désassimilatrice au travers de toute l'épaisseur de la substance de la cellule sans destruction de celle-ci.

(*) Cellules qui tapissent la matrice des chiennes dans les jours qui suivent le part ; elles forment une couche blanche, opaque, laiteuse, épaisse de 1/2 millimètre, enduite de mucus lactescent. Elles sont remplies par une grande quantité de gouttes d'huile presque toutes d'égal volume et brillantes. L'eau gonfle ces cellules et en fait crever quelques-unes ; la moindre pression les rompt. Il y en a certainement qui se brisent spontanément, car le mucus renferme beaucoup de ces gouttes d'huile qui sont libres. Il n'y a pas d'autres cellules que celles-là dans cette couche et dans le mucus. Au niveau des adhérences placentaires, la muqueuse mise à nu est très-gonflée. plissée, rugueuse, mamelonnée, très-rouge, parsemée de caillots noirâtres. Ces parties tranchent par cette coloration et leur gonflement sur le ton blanc, laiteux, opaque du reste de la muqueuse ; *a*, *b*, cellules prismatiques ou polyédriques ; *c*, *d*, cellules pyramidales ou arrondies, peu régulières ; *e*, cellule polyédrique ; *g*, *h*, *i*. *j*, cellules prises entre les œufs d'une lapine pleine de quinze jours et tapissant la muqueuse utérine et ses villosités ; *g*, *h*, *i*. cellules isolées à noyaux multiples encore prismatiques ; *j*, cellule analogue, mais polyédrique. Grossies 500 fois. Voy. Ch. Robin. *Sur les modifications de la muqueuse utérine* (Mém. de l'Acad. de médecine. Paris, 1861, in-4°. t. XXV, p. 81, pl. V).

Ils s'accumulent, au contraire, au point même où ils se forment comme le font les corps gras dans tous les éléments anatomiques où ils sont produits, et cela en raison des mêmes particularités physico-chimiques de non-miscibilité et de non-transmissibilité endosmo-exosmotique qui leur sont particulières. De là leur accumulation dans l'épaisseur des cellules qu'ils distendent, jusqu'à rupture de celles-ci dont ils entraînent ainsi la destruction matérielle de toutes pièces, et cela malgré que leur formation, tout en progressant toujours, aille en diminuant d'énergie. Ce fait résulte de ce que la substance propre de la cellule épithéliale productrice va graduellement en diminuant de quantité (ou au moins d'épaisseur) à mesure qu'augmente celle des principes formés qui la distendent, la rompent et la laissent comme résidu matériel qu'on retrouve sous l'aspect d'une pellicule plus ou moins chiffonnée et formée de deux membranes appliquées l'une contre l'autre, retenant souvent entre elles quelques-unes des granulations graisseuses qui remplissaient la cavité qu'elles circonscrivent.

Nous voyons là un exemple des plus remarquables et des plus réels de *progression* physiologique évolutive qui conduit, en fin de compte, à la mise en liberté du produit sécrété par la rupture de l'élément formateur de ce produit, et tous deux sont rejetés, l'un comme utilisable, l'autre comme résidu, sans qu'il y ait là quoi que ce soit qui puisse être considéré comme un acte de *régression*, c'est-à-dire de retour vers quelqu'un des phases antérieures parcourues par l'élément anatomique. Or, plusieurs espèces d'éléments anatomiques, les cellules épithéliales en particulier, autres que celles des glandes sébacées, peuvent présenter des modifications de même ordre que les précédentes quand elles se trouvent placées dans certaines circonstances pathologiques. Telles sont celles qui caractérisent le passage à l'état granuleux des cellules épithéliales des muqueuses, du poumon, du foie, etc., ainsi que des leucocytes, etc. Beaucoup de médecins les considèrent comme caractérisant la *régression graisseuse* de ces éléments, alors que, loin de là, elles constituent inversement une *progression*, soit normale et naturelle comme dans le cas de glandes sébacées, soit accidentelle; souvent celle-ci conduit aussi à la rupture

de la cellule dans laquelle la production des granules graisseux a creusé une cavité, et à la mise en liberté de ces derniers. Dire ainsi qu'il y a *régression* où a lieu précisément le phénomène inverse, sans lequel il y aurait arrêt de développement et non accomplissement de l'action physiologique dévolue à chaque élément est une erreur à la fois de fait et de mot, qui fournit un des exemples les plus tranchés de l'importance que présente la connaissance des phénomènes et des dispositions normalement envisagés dans toute leur durée et non dans une seule de leurs phases, lorsqu'on veut interpréter la signification de tel ou tel des états observés, tant naturels qu'accidentels.

La production d'une cavité avec paroi distincte du contenu, dans des cellules épithéliales qui n'étaient pas primitivement creuses, a lieu de plusieurs autres manières encore, pathologiquement. Il faut citer d'abord les cas dans lesquels certaines cellules de la plupart des épithéliomas se creusent d'une ou de plusieurs cavités pleines d'un liquide granuleux ; dans ce liquide existe parfois un amas de granules jaunâtres ou grisâtres, cohérents (fig. 40, *b*). Ces cellules peuvent, dans ces conditions, au sein d'une même tumeur, devenir en même temps sphéroïdales ou, au contraire, conserver leur forme polyédrique. Assez souvent alors il se produit des leucocytes en nombre plus ou moins considérable et dans des portions des tumeurs tellement éloignées des vaisseaux (2 à 3 centimètres), qu'on ne saurait admettre que les leucocytes ont pu être doués de mouvements amiboïdes assez énergiques pour exécuter une migration de cette étendue, pour traverser ensuite la paroi fort tenace des cellules épithéliales ainsi devenues vésiculeuses.

On voit aussi des cavités de ce genre dans les cellules de l'épiderme normal du prépuce, du fœtus, etc. (1). Cette cavité, en grandissant par augmentation incessante de la quantité du liquide, rend quelquefois la cellule tout à fait vésiculeuse, soit en repoussant sur le côté le noyau (fig. 41, *c*) ou les noyaux si la cellule en contient plusieurs, soit en circons-

(1) Voy. Ch. Robin, *Sur les cellules épidermiques du fœtus* (Journ. de physiol. Paris, 1861, p. 228, pl. X), et *Sur l'épithélioma des séreuses* (Journ. d'anat. et de physiol. Paris, 1869).

crivant le noyau et l'amenant à flotter dans le liquide de la

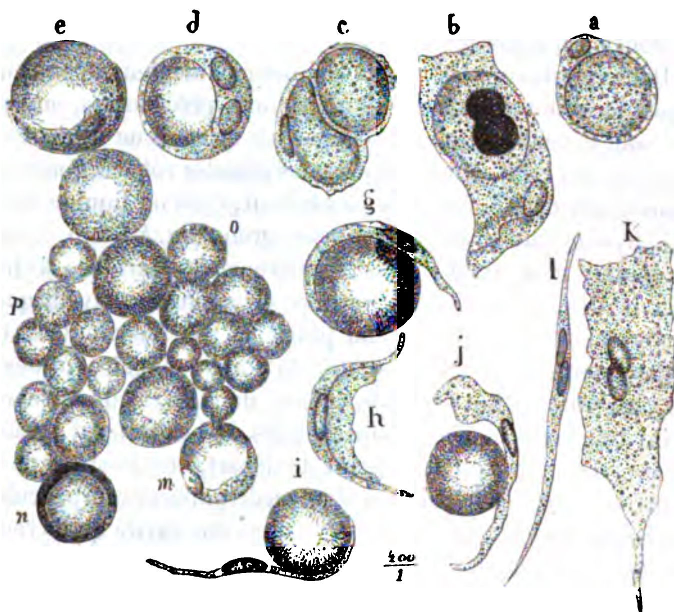


Fig. 40 (*).

cavité. Il est extrêmement rare de voir dans ces circonstances ce liquide amener la rupture des cellules, contrairement à ce

(*) Épithélioma dit fongus sarcomateux de la dure-mère, du volume d'une noisette, trouvé sur un sujet servant aux dissections, implanté sur cette membrane près de la base du rocher par un pédicule mou, très-court, du volume d'un tuyau de plume environ. Tissu mou, pâteux, pulpeux, grisâtre, peu vasculaire, formé surtout par des cellules, des globes épidermiques, etc. La gravure a rendu ces éléments d'un ton bien plus foncé qu'ils ne sont naturellement. *a*, cellule sphéroïdale creusée d'une cavité sphérique pleine d'un liquide finement grenu et repoussant le noyau ; *b*, grande cellule creusée d'une excavation semblable contenant deux amas de granulations jaunâtres adhérents ensemble, mobiles dans le liquide ; *c*, cellule creusée de deux cavités pleines d'un liquide semblable au précédent et repoussant le noyau ; *l*, *k*, cellule à deux noyaux, vue de face et de côté, et dans ce cas, en raison de sa minceur ressemblant à un corps fibro-plastique fusiforme ; *d*, *m*, *n*, cellules à un ou deux noyaux ayant subi les mêmes modifications que la précédente. Le corpuscule qui les distend est si transparent qu'elles ressemblent d'abord à des anneaux, mais en les faisant rouler, on voit qu'elles sont sphériques et qu'elles entourent le corpuscule de toute part, ce qui leur donne un aspect vésiculeux en raison de sa translucidité, bien qu'il soit solide. Ces globules, d'une pâleur extrême, sont tantôt près du noyau qui est alors appliqué contre eux, tantôt éloignés. *e*, cellule rompue sur un de ses côtés par le corps hyalin qui les distend et qu'il est facile alors d'en séparer parce qu'elle ne l'entoure plus complétement; *g*, *i*, *j*, cellules rompues, atrophiées sur une partie de leur largeur, réduites à un filament fusiforme irrégulier, avec un noyau, en voie de se séparer par déroulement du pourtour du corps hyalin qui les a distendues : *h*, cellule isolée après séparation du corps qui la distendait en *g* ; *o*, *p*, corps hyalins ou finement granuleux, séparés des cellules, isolés ou contigus, et formant alors des sinus parfois considérables dans lesquels ils deviennent par places un peu polyédriques par pression réciproque. Ces corps ainsi produits, devenus libres, composent souvent une portion notable des parties constituantes des épitheliomas de la peau et des muqueuses ; mais ils y sont plus foncés, souvent très-granuleux, et réfractent la lumière fortement en lui donnant une teinte jaune.

que quelques auteurs ont pensé, tandis que cela est à la longue le fait habituel pour le cas des productions dont il va être parlé et dont on n'a pas tenu compte.

Dans certains épithéliomas à cellules pavimenteuses, on peut, à côté de celles qui offrent les altérations précédentes, en voir qui sont devenues vésiculeuses par un mécanisme analogue à celui qui les rend, ainsi soit dans les glandes sébacées normalement, soit dans le foie gras; seulement, c'est un liquide incolore, hyalin, sans granule ou à peine grenu (fig. 40, *a*, *b*, *c*), qui les remplit et les rend parfois régulièrement sphériques si elles sont isolées. Elles sont au contraire élégamment polyédriques par pression réciproque quand plusieurs sont accumulées. Le noyau repoussé avec la substance du corps cellulaire (*a*) devenant un utricule fait partie de celui-ci dans les cas de ce genre.

On voit souvent encore des cellules de beaucoup d'épithéliomas, quel que soit leur point de départ, être le siége de la formation dans leur épaisseur d'un ou de plusieurs corpuscules solides, globuleux, qui se creusent ainsi une cavité qu'ils remplissent exactement, en repoussant le noyau qui parfois même s'atrophie tout à fait. Ces corpuscules, en grossissant, distendent la cellule, la rendent sphéroïdale, amincissent sa substance propre et finissent par la rompre ou en amener la résorption de manière à devenir libres. On trouve souvent une quantité considérable de cellules ainsi modifiées et de ces corpuscules devenus libres dans certains épithéliomas des lèvres, des joues, des gencives, de la langue, de la peau, de la vulve et de l'arachnoïde (fig. 40, de *d* en *p*). Tantôt, comme dans les tumeurs dont il est ici question et dans certaines tumeurs dites *cancer de la mamelle*, etc., ces globules sont incolores, pâles, tout à fait hyalins. Dans les épithéliomas de la peau, des muqueuses, des glandes lymphatiques, etc., ces corps solides, intra-cellulaires ou devenus libres, sont ordinairement jaunâtres, plus ou moins foncés, grenus, soit au centre seulement, soit dans toute leur étendue, à granules jaunes, d'aspect graisseux, plus ou moins gros.

Dans les cellules épithéliales des glandes sébacées, la production des gouttes huileuses amène d'abord le refoulement du noyau restant dans l'épaisseur du corps cellulaire devenu

paroi, et bientôt son atrophie; celle-ci a lieu longtemps avant la rupture qui met en liberté le produit et avant que la cellule soit notablement distendue par les gouttes d'huile.

Ainsi, le noyau manque dans ces cellules sébacées quan elles ont une cavité et un contenu distincts de la paroi, et i manque aussi dans la pellicule que représente celle-ci lorsque, vidée, elle s'est aplatie; il manque là, comme dans les cellules sans cavité, des lamelles desquamées à la surface de l'épiderme; mais dans ces deux cas l'atrophie du noyau est due à des causes très-différentes. Dans les glandes sébacées et à la superficie de l'épiderme aussi, la persistance du noyau ne s'observe que dans des conditions accidentelles et sa présence, qui ailleurs est normale, devient ici le signe d'une circonstance pathologique, comme on le voit dans diverses cellules accumulées formant la substance blanche des *tannes* ou *loupes stéatomateuses*. Au contraire, dans le mode de production d'une paroi pelliculaire indiqué plus haut, le noyau existe toujours ou presque toujours au milieu de la masse plus ou moins grenue, grisâtre, restant comme contenu cellulaire sous la pellicule hyaline, au lieu de former lui-même la paroi comme ici. Nous avons déjà dit que ce contenu peut rester solide, ou d'autres fois devenir demi-liquide ou tout à fait fluide (p. 265, fig. 35, *f*) normalement ou accidentellement.

On peut citer encore d'autres cellules sans cavité distincte de la paroi, dont toute la masse (protoplasma des auteurs allemands) passe à l'état d'utricule par un mécanisme semblable à celui qui vient d'être décrit. Leurs productions intérieures amènent la rupture de celui-ci, et sont ainsi versées au dehors comme produit de sécrétion; telles sont les cellules glandulaires fournissant l'encre de sèche, la pourpre, et celles d'un grand nombre d'autres glandes, unicellulaires ou composées, des vertébrés et des invertébrés, donnant des matières colorantes grenues, des matières graisseuses, cireuses, etc. C'est aussi de la sorte que pathologiquement les cellules glycogènes du foie passent à l'état gras vésiculeux, avec ou sans atrophie de leur noyau, et, dans ce dernier cas, celui-ci, repoussé avec la substance cellulaire distendue, reste inclus dans l'épaisseur de la paroi ainsi formée qui se dilate sans se rompre.

Pour les matières sébacées du fœtus et de l'adulte on retrouve la paroi propre des cellules rompues dans le conduit excréteur avec la substance graisseuse même, ou à la surface de la peau (smegma fœtal). Il en est encore ainsi dans les kystes dont les glandes sébacées sont l'origine. Pour les autres glandes, telles que celle de l'organe mâle des poissons plagiostomes, les organes sécréteurs de la pourpre, etc., on ne retrouve pas cette paroi propre sous forme de mince vésicule chiffonnée ni sous tout autre aspect. Il en est de même dans les tubes testiculaires pour la paroi propre des *ovules mâles* (vésicule mère des spermatozoïdes). Ces parois et les cellules qui, détachées de la face interne des tubes glandulaires, ne se retrouvent pas dans le fluide sécrété, se liquéfient probablement après gonflement. Quelques auteurs disent même qu'elles sont digérées par les liquides alcalins dans lesquels elles se trouvent et s'y transforment en mucine. Mais, en fait, ce ne sont là que de pures hypothèses, et l'on ne possède aucune observation réelle sur ce côté de la vie des cellules épithéliales glandulaires.

CHAPITRE V

SUR LA COALESCENCE OU SOUDURE DES CELLULES.

Ce n'est pas seulement dans les plantes et les spongiaires, dont nous parlerons plus loin (p. 283), que l'on peut constater des exemples de réunion jusqu'à unification de la substance même du corps de plusieurs cellules de même espèce, cellules dont les noyaux conservent leur individualité, et dont chacun peut même être le siége d'une multiplication ultérieure par segmentation. Nous aurons plus loin à constater des exemples de ce genre dans l'étude du développement des faisceaux musculaires striés et des faisceaux de fibres lamineuses. En outre l'union des cylindres-axes d'une cellule nerveuse à l'autre est en réalité un phénomène de même ordre, ne portant que sur les prolongements du corps cellulaire et non sur toute sa masse. Il faut en rapprocher à plus forte raison les phénomènes de soudure des fibres élastiques durant leur

évolution pouvant aller jusqu'au point d'amener la production de couches ou membranes réticulées (fenêtrées), c'est-à-dire dans lesquelles les mailles sont plus étroites que les portions de substance qui les limitent.

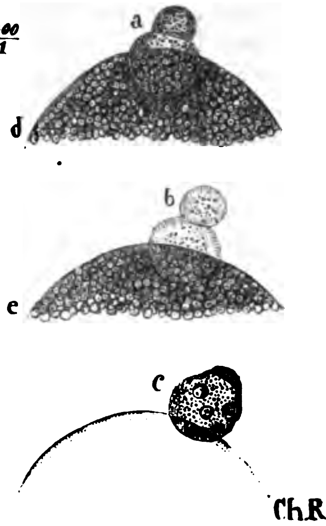


Fig. 41 (*).

Parmi les exemples remarquables de réunion de plusieurs corps cellulaires en un seul, il faut citer les *cellules* ou *globules polaires* depuis les mollusques et les annélides jusqu'aux mammifères. Produits au nombre de deux à trois à l'un des pôles du vitellus, ils commencent à devenir coalescents une heure ou deux après l'achèvement du dernier, et d'une espèce animale à l'autre la coalescence met de deux à quatre heures avant de s'achever.

Cette coalescence s'accomplit de deux manières principales. Il est des animaux, tels que les *Nephelis*, sur lesquels (fig. 41, *b*) les deux cellules semblent un peu aplaties l'une contre l'autre. Mais on voit que la plus extérieure par rapport au vitellus, c'est-à-dire la première formée, se soude peu à peu à l'autre qui l'aspire en quelque sorte par une portion d'abord étroite, puis de plus en plus étendue de la surface. Le premier diminue graduellement de volume sous les yeux de l'observateur (*a*), et disparaît bientôt tout à fait (*c*) à mesure que le second augmente proportionnellement de masse. On voit aussi les granules du premier qui s'avancent peu à peu

(*) Coalescence des deux globules polaires de la *Nephelis octo-oculata* en un seul. *d*, *e*, portion du vitellus ; *b*, les deux globules polaires encore à l'état de cytode (voy. p. 4), commençant à s'unir et comme aplatis l'un contre l'autre ; *a*, le même, un quart d'heure après, montrant la soudure à moitié faite ; *c*, le même, une demi-heure environ plus tard, montrant la réunion des deux cellules en une seule presque achevée. En même temps trois noyaux qui n'existaient dans aucune des deux cellules, se sont produits et amènent à l'état de gymnocellule (p. 5) celle qui résulte de leur coalescence.

vers le second et passent dans son épaisseur. S'il y a trois cellules polaires elles se trouvent ainsi réduites à deux, et la plus extérieure s'unit alors de la même manière au dernier globule produit qui à son tour grossit de toute la substance des deux autres déjà fondus ensemble. Alors il ne reste plus qu'un globule polaire. En général postérieurement à cette fusion de ces cellules en une seule, cette dernière devient pendant un à plusieurs jours de plus en plus chargée de granulations. De plus, vers le moment où s'achève la coalescence ou un peu après, il naît un, deux ou trois noyaux sphériques dans la cellule (*c*).

Sur les *clepsines* ou *glossiphonies*, les mollusques gastéropodes, etc., la cellule formée la première reste adhérente à la suivante par une sorte de court pédicule. Or, à un moment donné après l'achèvement de la gemmation de la seconde ou de la troisième cellule, la première diminue graduellement de volume par le passage réel de sa substance et de ses granules dans l'autre cellule, qui grossit d'autant ; passage ayant lieu au travers de ce court pédicule en forme de bouteille qui adhère à celle-ci. La cellule diminuant toujours de volume, le pédicule lui-même finit par s'aplatir sur cette dernière et par disparaître en soudant sa substance à la sienne. S'il y a trois globules ils se trouvent ainsi réduits à deux, et le même phénomène recommence aussitôt de la part du plus extérieur par rapport à celui qui touche le vitellus et qui grandit à mesure que la substance de l'autre passe en totalité dans la sienne. La cellule devenue unique est ensuite le siége de la production des noyaux, etc. (1).

Parmi les autres exemples remarquables de coalescence des cellules, il faut encore citer ceux qui ont lieu entre certains animaux et végétaux unicellulaires et qui sont connus sous le nom de *conjugaison*. Telles sont les paramécies, les amphileptes, etc., parmi les animaux ; les diatomées, diverses cellules des *Zygnema*, etc., parmi les algues ; telles sont enfin des cellules analogues des péronospores et autres champignons. Mais ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans les détails que comporte ce sujet.

(1) Voy. Ch. Robin, *Sur les globules polaires* (Journ. de physiol. Paris, 1862, in-8, p. 173).

CHAPITRE VI

DES ANIMAUX ET DES ORGANES PREMIERS ANIMAUX UNICELLULAIRES.

ARTICLE PREMIER. — DES ANIMAUX UNICELLULAIRES.

L'idée de l'existence d'animaux et de végétaux représentés par une seule cellule pouvant se nourrir, se développer, se reproduire et se mouvoir d'une manière indépendante, est presque aussi ancienne que la notion de cellule, du moins pour les plantes unicellulaires, qui dans leur évolution passent par l'état de *cytode*, de gymnocytode particulièrement (voy. p. 4 à 5). Il peut arriver qu'on ne puisse durant cette période les distinguer des animaux unicellulaires quels qu'ils soient, depuis les plus simples, tels que les monères, jusqu'aux infusoires proprement dits. On ne le peut même pas du tout, si l'on ne s'en tient dans cet examen qu'aux caractères morphologiques, c'est-à-dire physico-géométriques, ainsi que le font encore beaucoup d'auteurs modernes, en Allemagne surtout. Mais toutes ces plantes les plus simples arrivent à l'état de *lépocytodes* (voy. p. 5), et dès lors la distinction entre elles et les animaux unicellulaires devient des plus nettes si l'on a recours, comme il est indispensable de le faire, à l'examen de leur composition immédiate étudiée à l'aide des réactifs (voy. p. 60). Il n'y a en effet pas de plantes, ni même un corps reproducteur des plantes (*zoospores ciliées*, etc.) qui soit attaquée par l'ammoniaque, tandis que tous les animaux unicellulaires et les corps reproducteurs animaux sont dissous par cet agent (1). Aussi ne comprend-on pas que Haeckel et autres auteurs puissent encore chercher à réintroduire, sous le nom de *règne des protistes*, l'idée du *règne psychodiaire* de Bory de Saint-Vincent, c'est-à-dire celle d'un groupe d'êtres se plaçant entre les règnes végétal et animal, sans qu'animal ou végétal dérive d'un *protiste*. Il est toujours possible de distinguer, en tant que végétal d'une part et animal de l'autre, les êtres unicellulaires et les organes premiers des

(1) Voy. Ch. Robin, *Du microscope et des injections*. Paris, 1871, p. 308.

plantes et des animaux qui sont représentés par une cellule et qui ne remplissent leur rôle qu'en raison de ce que celle-ci est douée d'une vie indépendante.

Ainsi : 1° les animaux adultes les plus simples, *unicellulaires*, et les embryons, ciliés ou non, des invertébrés, sont formés d'une masse tout azotée, plus ou moins homogène, contractile, changeant ainsi de forme, se dissolvant en entier, les stylets, etc., chitineux exceptés, dans l'ammoniaque et se résolvant facilement en *sarcode*. 2° Dans les végétaux les plus simples, réduits aussi à une cellule, ou dans les spores ciliées mobiles des algues, sans parler de la couleur, il y a toujours distinction nette possible entre la paroi de cellule et son contenu. L'iode montre que la paroi est formée de l'une des variétés de cellulose décrites plus haut (voy. p. 34), non attaquée par l'ammoniaque, non contractile, bien que pouvant se plisser, et le contenu est de nature azotée, ne formant pas de globules sarcodiques proprement dits quand il s'épanche. Pour certaines espèces, comme les myxomycètes dans leur période amiboïde, c'est-à-dire sans paroi cellulosique, il faut recourir à l'examen de leur mode de développement durant lequel se produisent des parties constituantes fondamentales, cette paroi cellulosique par exemple, dont la présence permet de les distinguer des animaux unicellulaires et des spermatozoïdes (1). 3° Quant aux spermatozoïdes des algues ou des animaux qu'on pourrait prendre pour des embryons animaux, ils ne se reproduisent ni ne se développent une fois libres. De plus, après leur mort, ils ne se résolvent pas en sarcode, et, au lieu de diffluer rapidement comme les infusoires et les rhizopodes, ils résistent énergiquement et longtemps à beaucoup d'agents. Les spermatozoïdes végétaux et animaux sont de nature azotée, mais leur couleur, le nombre et la disposition de leurs cils ou queues, la nature de leurs mouvements, les font même distinguer les uns des autres. Il y a donc simplification de structure chez les vé-

(1) Les spermatozoïdes de l'homme et des autres mammifères par exemple résistent à l'action de l'ammoniaque, tandis que le plateau des cellules de l'épithélium intestinal, les cils vibratiles des voies génitales, de la trachée, etc., sont dissous immédiatement, bien que le corps cellulaire lui-même soit simplement pâli sans dissolution complète.

gétaux unicellulaires comme dans les animaux microscopiques. Ils se réduisent les uns et les autres à un élément anatomique; mais ils conservent, dans cette simplification (qui en fait pour ainsi dire autant d'éléments anatomiques vivant pour leur propre compte), les caractères qui empêchent, sur un être complexe, de confondre l'élément anatomique végétal avec l'élément anatomique animal. Ils conservent, à l'état d'être isolé et parfait, les caractères qui les distinguent les uns des autres à l'état de parties d'un être compliqué, caractères sur lesquels est fondée la distinction possible des êtres complexes des deux règnes. Il n'y a de commun entre ces végétaux et ces animaux les plus simples que leur simplification; mais ils gardent les caractères propres à chacun d'eux. Il n'y a, en aucune façon, la possibilité de dire : cet être est autant animal que végétal, il est à la fois l'un et l'autre; il a les caractères de l'un et de l'autre; c'est un être intermédiaire. On peut, au contraire, arriver à dire rigoureusement : ces deux êtres, les plus simples de tous, sont aussi simples l'un que l'autre; toutefois les caractères anatomiques et physiologiques de celui-là le distinguent de celui-ci, et ces caractères sont de nature telle que le second doit être placé en dedans des limites du règne végétal, et le premier en dedans de celles du règne animal; près l'un de l'autre à cause de leur simplification, mais séparément à cause des caractères précédents (1).

Quoi qu'il en soit à ces divers égards, il est certain qu'il y a

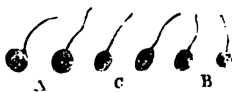


FIG. 42 (*).

des animaux qui, pendant toute leur vie, restent à l'état dit cellulaire le plus simple, celui dit de cytode (p. 4): tels sont

(1) Voy. Ch. Robin, *Histoire naturelle des végétaux parasites*. Paris, 1853, p. 125 et suiv.

(*) *Monas lens*, Chr., développées dans le corps de daphnies en putréfaction. Larges de 0mm,004 à 0mm,006, avec un flagellum ayant trois fois la longueur du corps. Gross. 500 fois (Ch. Robin).

les *monères* (Haeckel), les *protomonas* (fig. 42 et 44), etc. Il y a, d'autre part, des êtres unicellulaires qui, pendant les premières phases de leur évolution, passent par cet état, telles sont les grégarines (E. Van Beneden), qui, plus tard, arrivent à l'état de cellules nucléées et pourvues d'une paroi propre.

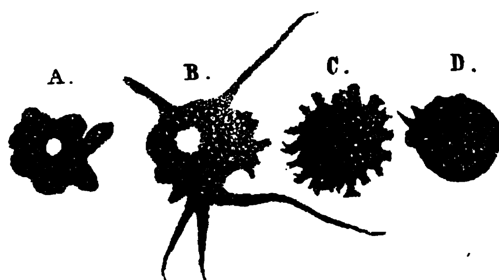


Fig. 43 (*).

Haeckel a donné le nom de *protoplastes* au groupe des animaux unicellulaires qui, tels que les amibes (fig. 43), sont arrivés à l'état de cellules nucléées; les unes restent sans paroi propre (*gymnocellules* de E. Van Beneden; (voy. p. 5) ou *gymnamibes* de Haeckel (1), telles que les *Monas elongata* et autres (fig. 44); les autres ont une paroi propre plus ou moins résistante, mais toujours démontrable, c'est-à-dire qu'ils sont à l'état de cellules complètes (*lépocellules* de L. Van Beneden, voy. p. 9). Telles sont les *lépamibes* de Haeckel, les *Euglena viridis* et autres (fig. 45), et, enfin, un nombre considérable d'infusoires proprement dits. Parmi les animaux unicellulaires présentant ce degré de complication, comptent encore, d'une part, les noctiluques, et, de l'autre, les grégarines; sur celles-ci, la paroi propre présente graduellement des modifications évolutives qui donnent à telle ou telle de ses parties

(1) Haeckel donne d'une manière générale le nom de *plastides* à l'ensemble des éléments anatomiques qui se présentent sous les formes : 1° de cytodes; 2° de cellules.

(*) *Amœba diffluens*, large de 0mm,03, sous diverses formes dues à des expansions s'étant montrées en quelques minutes et laissant voir des granules englobés dans sa substance; A, B, vésicule contractile bien visible; C, état dans lequel la vésicule n'est presque plus visible; D, état presque sphérique du même individu, la vésicule contractée ne se voyant plus. Gross. 550 fois. (Ch. Robin.)

une structure plus ou moins complexe (fig. 46), fait qui a son analogue dans ce que présente la paroi propre de l'ovule des poissons et autres animaux.



Fig. 44 (*).

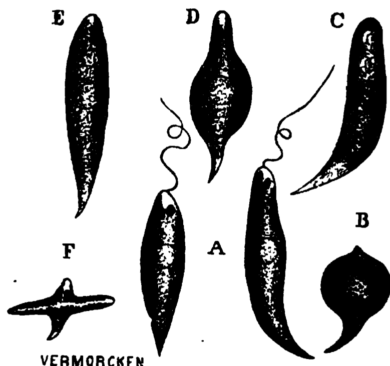


Fig. 45 (**).

Parmi les infusoires et parmi les rhizopodes, il en est sur lesquels il se produit une paroi pelliculaire analogue à celle des cellules dont il a été question plus haut (p. 259), tandis que sur d'autres il ne s'en produit pas, et il reste en quelque sorte à l'état d'une masse de substance organisée sans paroi propre, comme le sont diverses amibes. Parmi ces êtres, certaines éponges, les noctiluques, etc., il se produit même, comme pour les zoospores, les mycétozoaires, une fusion des cellules de ce genre sans fusion du noyau, pour former une masse ou tissu multicellulaire (*protoplasma*), sans distinction de parties élémen-

(*) *Monas elongata*, Duj., se contractant en boule ou s'allongeant plus ou moins avec un noyau central sphérique (A) ou ovoïde (B) entouré de granules grisâtres avec ou sans granules colorés tels que ceux des eaux vaseuses où vivent ces infusoires. A, individu long de 0mm,03 ; B, individu long de 0mm,08. Leur progression est constante, régulière, avec inflexions fréquentes et variées de leur flagellum toujours dirigé en avant. Grossies 500 fois. (Ch. Robin.)

(**) *Euglena viridis*, Ehr., nageant dans l'eau qu'elles coloraient en vert. A, individus allongés montrant leur noyau central clair, leur flagellum inséré sur leur extrémité antérieure hyaline, sans granules autre que leur point oculiforme rouge ; B, F, individus sans flagellum à mouvements lents à divers états de contraction ; C, D, E, autres individus à divers degrés d'allongement. Gross. 400 fois. (Ch. Robin.)

taires, autres que les noyaux parsemant l'ensemble de la substance avec ou sans spicules siliceuses, etc.

Sur les infusoires unicellulaires ayant ou non une paroi propre distincte, le *noyau* et le *nucléole*, ou du moins les organes désignés comme tels, peuvent eux-mêmes subir une évolution cellulaire qui les amène à l'état d'ovule femelle et d'ovule mâle ou à spermatozoïdes (Balbiani), avec enkystement ou non aux dépens du corps cellulaire et de la paroi propre (1).

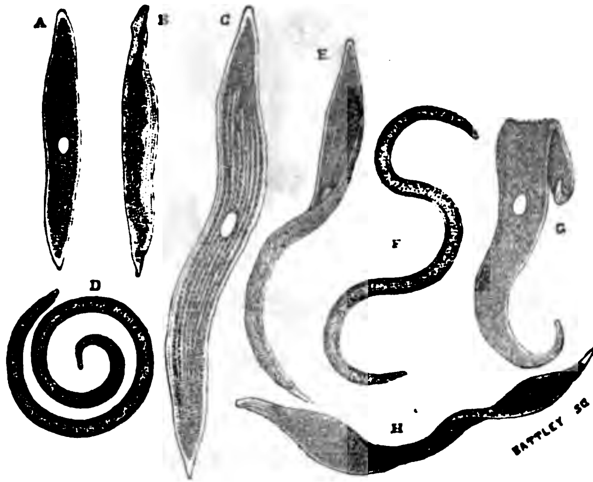


Fig. 46 (*).

Notons que, parmi les animaux unicellulaires sans paroi propre, il en est, comme les *Euglypha tuberculata*, Duj. et beaucoup de rhizopodes, qui, au lieu de rester unis, s'entourent d'une carapace siliceuse. Parmi ceux qui sont pourvus d'une paroi propre, il en est aussi beaucoup qui restent nus et

(1) Mais il importe de spécifier qu'il reste encore quelques doutes sur la détermination de la nature du corps appelé *noyau* des infusoires ; car, en dehors de ce cas-là et de celui dont il va être question, on ne connaît aucun exemple, sur les animaux, de passage des noyaux à l'état de cellule proprement dite par suite de phases évolutives quelconques.

(*) Grégarine d'un helminthe nématoïde vivant librement sur les côtes de la Manche, voisin des ascaridiens du genre *Heterakis*, Dujardin (Ch. Robin, *Notice sur ses travaux scientifiques*, Paris, 1868, p. 16). A, grégarine à l'état de repos ; B, C, D, E, F, G, H, autres à divers états de contraction montrant ou non les stries du corps et leur noyau central hyalin, avec ou sans nucléole. Grossissement de 400 diamètres environ. (Ch. Robin.)

d'autres qui s'entourent d'une carapace plus ou moins résistante, tels sont les *Trachelomonas volvocina*, Ehr. (fig. 47), et présentent ou non un flagellum doué de contractions propres sur toute sa longueur.

L'étude de l'évolution embryogénique d'un certain nombre d'espèces d'infusoires pourra seule permettre de déterminer exactement s'il y a une analogie réelle entre le noyau et le nucléole des cellules en général et les parties des infusoires ciliés décrites sous ces noms. Cette question, qui n'est pas encore complétement résolue, ne peut être discutée ici, surtout en ce qui touche le rôle de ces parties en tant qu'organes mâles et femelles.

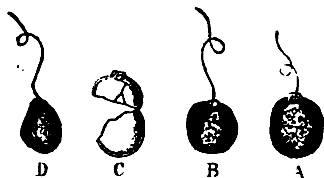


FIG. 47 (*).

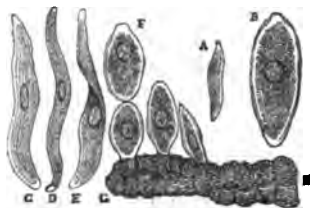


FIG. 48 (**).

Toutefois, la reproduction par segmentation des *Euglena*, des *grégarines*, et bien d'autres, après enkystement, présente des analogies incontestables avec la segmentation de diverses cellules cartilagineuses, avec celle de la masse cellulaire de diverses plantes dans l'intérieur de la cavité cellulosique. Il en est de même, à plus forte raison, pour le cas des infusoires ciliés et de diverses larves unicellulaires des helminthes qui se multiplient par segmentation du contenu au-dessous de leur propre paroi cellulaire. Quant aux analogies relatives au cas de reproduction par scission totale (fig. 48, *F*), et par gemmation, ils sont trop connus pour qu'il y ait lieu de s'y arrêter.

(*) *Trachelomonas volvocina*, Ehr. A, B, deux individus de formes un peu différentes, avec le flagellum sortant par le col de la coque, brunâtre, cassante, soluble, sans dégagement de gaz dans les acides sulfurique et chlorhydrique; D, l'animal sorti de la coque précédente, encore pourvu de son flagellum, montrant son point oculiforme rougeâtre et contenant de fins granules verts. Gross. 500 fois. (Ch. Robin.)

(**) *Gregarina Spionis*, Kœlliker, prise dans l'intestin d'une espèce de *Spio* qui se creuse un logement en double tube dans les calcaires des côtes de la Manche, *S. calcarea*, Templeton (voy. Ch. Robin, *Notice sur ses travaux scientifiques*. Paris, 1868, p. 17). A, B, grégarines vues de face et de côté à l'état de repos; C, D, E, grégarines se contractant, montrant les stries; G, H, cellules de l'épithélium intestinal auxquelles sont fixées des grégarines par leur bout céphalique; F, extrémité antérieure ou céphalique d'une grégarine achevant de s'individualiser par segmentation transversale d'une autre qui reste fixée à l'intestin. Grossissement de 500 diamètres. (Ch. Robin.)

La pénétration dans la substance même du corps des amibes, des rhizopodes, etc., de diverses sortes de particules solides servant d'aliments, est analogue à la pénétration dans les cellules épithéliales molles, dans les leucocytes, dans les cellules fibro-plastiques même, des corpuscules solides qui les avoisinent. Mais l'ouverture buccale et le conduit œsophagien qui lui fait suite dans les infusoires ciliés ne se retrouvent sur aucune cellule des êtres multicellulaires. Il en est de même de la *vésicule contractile* de ces animaux, des amibes et des rhizopodes.

Les *flagellums* à mouvements volontaires et inflexions des monadiens, des eugléniens et autres êtres unicellulaires dits *infusoires flagellés*, sont également des parties qui n'ont pas leurs analogues dans les cellules des êtres multicellulaires; mais les cils vibratiles des infusoires ciliés ont bien les mêmes caractères anatomiques et physiologiques essentiels que ceux des cellules épithéliales ciliées.

Au-dessus des *animaux unicellulaires* viennent ceux qui sont composés de deux ou d'un plus grand nombre de cellules associées en *tissu*, sans groupement ni subdivisions en *organes*, et qui se nourrissent, se développent, et même se reproduisent sans rien introduire dans leur masse autrement que par endosmose, comme le font les grégarines, etc. Les animaux de cette sorte sont quelques spongiaires, et surtout les embryons et les larves d'un grand nombre d'êtres plus élevés parmi les polypes, les échinodermes, les mollusques et même les vers (fig. 49, *b*, *f*,). Ce sont des êtres représentés par un seul *tissu*,

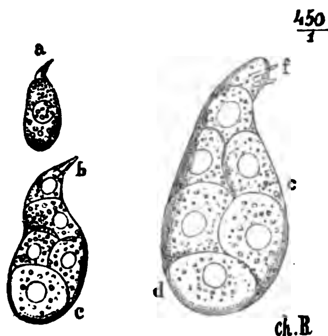


FIG. 49 (*).

(*) Larves d'un distomien se développant sur les masses d'œufs en voie de développement des grenouilles et pénétrant dans les têtards après l'éclosion; *a*, larve unicellulaire avec enveloppe mince se prolongeant au delà du corps cellulaire et portant à son extrémité un stylet grêle; *b*, *c*, autre individu dont l'enveloppe propre porte un stylet semblable (*b*) et dont chacune des cellules porte un noyau sphérique hyalin; *d*, *e*, *f*, autre individu plus avancé dans son développement, chez lequel les cellules sont à la fois plus grosses et plus nombreuses et possédant deux stylets chitineux grêles (*f*). Leurs mouvements et leurs déformations sont incessants.

vivant d'une manière indépendante, et les plantes cellulaires offrent des exemples bien plus nombreux encore que les animaux.

Dans ce tissu, les cellules restent distinctes comme sur presque tous les embryons et bien des larves, ou, au contraire, elles se soudent les unes avec les autres, comme on le voit sur les spongiaires et divers polypes ou cœlentérés. Toutefois, sur bien des espèces, il n'est pas absolument démontré que la substance amorphe parsemée de noyaux de leur corps soit formée de cellules soudées sans disparition de leur noyau. Même parmi les substances contractiles de ces animaux, il est possible qu'il y ait de ces dernières qui soient primitivement amorphes, comme la substance amorphe cérébrale (voy. p. 116), et que, comme les *myélocytes* par rapport à cette dernière, leurs noyaux ne leur appartiennent pas en propre. La tendance exagérée à considérer toute la substance organisée comme étant nécessairement sous forme cellulaire, a fait admettre cette soudure dans bien des animaux, ou du moins dans bien des organes où elle n'a jamais été constatée. Du reste, que les cellules soient soudées ou non dans ces animaux déjà multicellulaires, mais encore simples sur la plupart, on voit de bonne heure s'ajouter à leurs cellules une enveloppe cuticulaire commune, qui n'est pas formée par des cellules soudées; elle se produit par genèse, comme les parois propres de la notocorde, des glandes, etc. (voy. p. 125), auxquelles elle est comparable sous ce rapport, et comme partie protectrice des groupes cellulaires.

Rappelons, pour compléter ce sujet concernant la complication croissante des organismes composés de cellules, qu'au-dessus des êtres précédents se trouvent ceux qui, chez les animaux et chez les plantes, sont composés d'un tissu, mais sur lesquels cet unique tissu est déjà subdivisé en plusieurs *parties similaires* ou *organes premiers* multicellulaires, de telle sorte que l'ensemble de l'économie représente ici un *système anatomique* encore peu complexe. Divers spongiaires et surtout les polypes cœlentérés en offrent des exemples.

D'autre part, divers de ces derniers animaux et autres invertébrés représentent un *organe* doué d'une vie indépendante,

c'est-à-dire qu'ils sont composés par des groupes cellulaires de deux ou plusieurs espèces, dont chacun représente un *organe premier* qui, associé à un ou plusieurs autres, est l'analogue des *organes seconds* ou proprement dits des organismes complexes.

Enfin, les polypes hydraires et d'autres encore ne sont en fait, du moins hors de la période de reproduction, qu'un appareil digestif doué d'une vie indépendante.

Sous un autre point de vue, tout organisme complexe commence par être une *cellule* (ovule) s'associant à une autre (spermatozoïde), puis arrivant par segmentation à s'individualiser en cellules multiples distinctes qui s'associent en un *tissu* (celui du blastoderme) divisé en plusieurs organes similaires, homotypes ou premiers (feuillets blastodermiques), dont l'ensemble forme un *système;* puis, quand apparaissent les groupes cellulaires du névraxe, de la notocorde, les plaques musculaires, etc., plusieurs des parties similaires se groupent en *organes proprement dits*, bientôt associés les uns aux autres pour former les *appareils* dont l'ensemble constitue l'*organisme*, divisé ou non en *zoonites* ou parties, soit isomères, soit métamères, comme sur beaucoup de vers et d'annélides (1).

ARTICLE II. — DES ORGANES PREMIERS UNICELLULAIRES.

Dans les animaux comme dans les plantes (2), on désigne sous ce nom des cellules qui, pendant toute la durée de leur existence individuelle, restent anatomiquement indépendantes et remplissent à elles seules tel ou tel rôle spécial, au lieu de ne le faire qu'autant qu'elles sont associées en tissu avec conformation spéciale, comme cela est habituel pour d'autres espèces d'éléments anatomiques (voy. p. 48).

Les organes premiers unicellulaires sont moins nombreux

(1) Sur ces questions, voyez Ch. Robin, *Tableaux d'anatomie*. Paris, 1850, avertissement. 1[er] tableau, etc.; *Programme du cours d'histologie*, 1864 et 1871, in-8; *Hist. nat. des végétaux parasites*. Paris, 1853, p. 213. — Haeckel, *Generelle Morphologie*. Berlin, 1866, in-8, t. I.

(2) Voy. Ch. Robin, *Tableaux d'anatomie*. Paris, 1850, in-4, 6[e] tableau; *Hist. nat. des végétaux parasites*. Paris, 1853, in-8, p. 147, 149, 194 et 240; *Des éléments anatomiques et des épithéliums*. Paris, 1867.

dans les animaux que dans les plantes, mais pourtant on en compte encore une certaine quantité.

1° Il faut en premier lieu citer l'ovule femelle qui partout commence par être une cellule offrant tous les caractères de structure qu'ont les autres cellules. Mais, graduellement, elle acquiert des dimensions qui, dans presque toutes les espèces animales, la rendent plus volumineuse que toutes les autres espèces de cellules. Ce fait est très-frappant chez beaucoup de mollusques, d'articulés, et surtout dans les poissons et les batraciens. D'autre part, sa paroi propre présente des modifications évolutives, tant dans son intimité qu'à sa superficie, qui l'amènent à présenter des particularités de structure très-variées et souvent des plus compliquées (saillies, dépressions, réseaux, ponctuations, orifices, etc.). Parmi les modifications de structure qui différencient le contenu de cette sorte de cellule (vitellus) de celui de toutes les autres sortes, il faut signaler la disparition du noyau (vésicule germinative) indiquant son arrivée à maturité (voy. p. 177), c'est-à-dire son aptitude à représenter passagèrement l'ensemble de l'organisme nouveau ; ce qui du reste n'a lieu qu'alors que les spermatozoïdes du mâle se sont associés matériellement à lui (voy. p. 177).

2° et 3° Dans les organes génitaux mâles des plantes et des animaux se produit un ovule mâle de la même manière que naît l'ovule femelle dans l'ovaire ; leur structure est analogue, il n'y a de différence qu'en ce qui concerne le volume, l'état grenu du vitellus et l'épaisseur de la membrane vitelline. Arrivé à maturité, le vitellus de l'ovule mâle se segmente spontanément, comme le fait le vitellus de l'ovule femelle après la fécondation. Les sphères de fractionnement deviennent des *cellules embryonnaires mâles* de la même manière que se développent les cellules blastodermiques dans l'ovule femelle. Seulement les cellules embryonnaires mâles, au lieu de rester cohérentes comme les cellules embryonnaires femelles qui constituent ainsi l'embryon, restent distinctes les unes des autres ; de plus, on voit leur forme changer peu à peu. Chez la plupart des végétaux et des animaux, ce n'est pas toute la cellule embryonnaire mâle qui devient un spermatozoïde, c'est dans son épaisseur ou dans sa cavité que se produit celui-ci aux dé-

pens du contenu et parfois du noyau ; il en sort par rupture de la paroi de la cellule. Les spermatozoïdes sont donc des éléments anatomiques dérivant des cellules embryonnaires mâles jouissant d'une vie indépendante et remplissant un rôle spécial à la manière des autres organes unicellulaires. Quant à la queue ou mieux aux cils vibratiles de ces éléments anatomiques mâles et à la motilité dont ils sont doués, elle est analogue à celle des cils de l'épithélium de beaucoup de muqueuses. Ces mouvements ne suffisent pas pour faire dire que les spermatozoïdes sont des animaux, pas plus qu'on ne peut dire qu'une cellule d'épithélium vibratile, isolée, entraînée pendant quelques heures par les cils, est un animal.

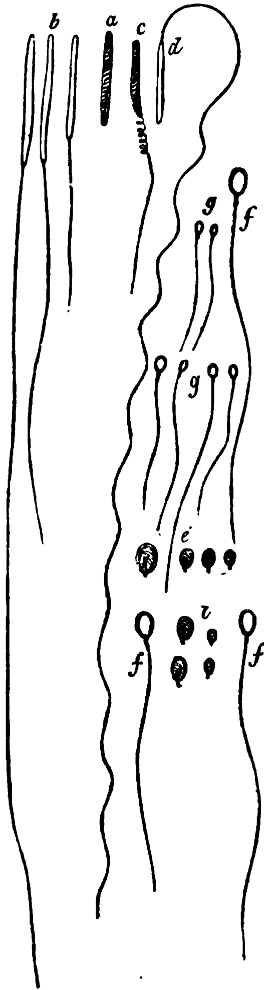


Fig. 50 (*).

4° Parmi les autres organes premiers unicellulaires animaux, il faut encore citer les glandes unicellulaires de divers invertébrés, les organes urticants, cellules urticantes ou mématocytes des polypes (fig. 50, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*), etc.

(*) Cellules urticantes du *Rhizostoma Cuvieri*. *a*, cellule allongée contenant son filament enroulé ; *c*, filament en voie de déroulement hors de la cellule ; *b*, *d*, filaments tout à fait déroulés hors de leur cellule ; *e*, *i*, cellules globuleuses de divers volumes avec leur fil spiral enroulé ; *f*, *f*, *g*, *h*, les mêmes avec leur filament déroulé. Gross. 500 fois. (Ch. Robin.)

CHAPITRE VII

DES CELLULES DONT DÉRIVENT LES ÉLÉMENTS ANATOMIQUES DÉFINITIFS OU PERMANENTS.

Il est à remarquer que l'on cherche en vain dans les auteurs classiques des renseignements nets sur la question de savoir comment les cellules passent à l'état de fibres lamineuses, élastiques, musculaires, de cylindre-axe, etc. ; sur celle de savoir ce que sont ces fibres isolées sur une grande longueur dans les tendons, les ligaments, etc., ce que sont les tubes qu'on suit depuis les orteils jusqu'aux cellules nerveuses rachidiennes ou *vice versa*. Or, si les unes de ces parties élémentaires proviennent bien nettement et directement de cellules proprement dites, nous verrons qu'il en est plusieurs et des plus importantes qui, quoi qu'on en ait dit, commencent par être des noyaux, noyaux qui, aussitôt apparus, sont le centre de la production d'un corps cellulaire dont la substance, après avoir offert simplement une disposition anguleuse, s'accroît sous forme de prolongements dont ces fibres ou ces tubes représentent l'état d'extrême ou complet accroissement. Ces faits se montrent sans que le noyau ni le corps cellulaire, centres de génération, cessent d'exister, du moins le plus souvent, sans que non plus ce dernier cesse d'être en continuité de substance avec ses dépendances fibrillaires ; et cela se passe ainsi quoique ces dépendances finissent avant l'âge adulte par l'emporter de beaucoup, quant à la masse, sur les noyaux et les corps cellulaires, alors que durant l'âge embryonnaire ceux-ci prédominent dans toute préparation du tissu examiné, nerveux, lamineux, musculaire, etc. Ainsi les fibres lamineuses, les fibres élastiques, les cylindres-axes des tubes nerveux du sciatique et autres nerfs, etc., quelle que soit leur longueur, qui (ainsi qu'on le voit peut se compter par mètres sur quelques vertébrés) sont des expansions graduellement accrues comme dépendances du corps de cellules sans cavité distincte, au nombre de deux ou davantage pour chacune de ces cellules. Quelquefois la complication des dispositions qu'elles peuvent

prendre pendant leur évolution jusqu'à l'état adulte, permet toujours d'arriver à les suivre jusqu'à quelqu'un des corps cellulaires nucléés dont elles sont un des plus ou moins nombreux prolongements.

Cela indiqué, abordons actuellement un à un les détails de cette question complexe.

Nous avons vu (p. 177) qu'il est une époque de l'existence individuelle où l'être, appartenant en quelque sorte encore à celui qui l'a produit, n'est représenté que par une cellule et dans celui-ci que par le vitellus. Pour être plus exact, l'individu nouveau n'existe pas encore ; l'intervention des spermatozoïdes ou cellules embryonnaires du mâle, dont la substance se mêle à la sienne, est encore nécessaire. Le vitellus fécondé représente alors un nouvel être encore unicellulaire dont va dériver un organisme multicellulaire, c'est-à-dire mélangé molécule à molécule à la substance des spermatozoïdes liquéfiés : telle est la première des conditions de l'individualisation des premiers éléments anatomiques de l'embryon. Plus tard, à la place du vitellus, se trouvent les *globes vitellins* ou *sphères vitellines*, qui dérivent directement de la substance du premier, par segmentation ; celle-ci continuant, ils passent à l'état de cellules : 1° de la tache embryonnaire, 2° de la vésicule ombilicale et 3° des replis amniotique et chorial. Quant aux principes immédiats qu'elles assimilent et qui servent ainsi à leur accroissement individuel, ces cellules les empruntent à la mère ou aux milieux ambiants, selon les espèces animales dont il s'agit.

L'embryon se trouve de la sorte, pendant un certain temps, constitué entièrement par des *éléments ayant la forme dite de cellule*, sans paroi proprement dite sur la plupart des espèces, polyédriques, ayant pendant un certain temps des dimensions à peu près égales dans tous les sens. Il en est ainsi jusqu'au dixième ou au quinzième jour, après la fécondation, chez beaucoup de mammifères. Il en est ainsi plus tard encore sur un grand nombre de batraciens et de poissons, dont tout le corps se dissocie aisément en cellules distinctes quand il a été pendant quelques jours soumis à l'action de faibles agents durcissants. Ces éléments sont les cellules dites *blastodermiques* ou *embryonnaires*, c'est-à-dire des feuillets externe, moyen (*glo-*

bules organo-plastiques de Prévost et Lebert) et interne de l'*aire embryonnaire* du blastoderme, distinctes de l'un à l'autre des feuillets surtout dans les reptiles, les oiseaux et les mammifères, et qui se différencient de bonne heure aussi sur les poissons et les batraciens.

Dans les parties qui (à l'exception de la région où se produit le névraxe) dérivent d'une part du feuillet externe (*feuillet séreux* de Pander, *corné* de Remak, *animal*, *superficiel*, etc.), du feuillet interne de l'autre (*feuillet glandulaire*, *intestinal* ou *trophique* de Remak, *feuillet muqueux*, etc.), elles conservent nettement leur caractère cellulaire; elles y conservent leur type épithélial tendant à la forme pavimenteuse dans le premier, à la forme polyédrique et prismatique dans le second. Les plus nombreuses, c'est-à-dire celles qui composent le feuillet moyen (dit *moto-germinatif* par Remak), présentent au contraire des modifications considérables de leur forme, de leur structure et de leurs propriétés d'ordre organique.

Ces changements ne s'accomplissent pas dans le plan antéro-postérieur de la même manière que dans les parties latérales de l'aire embryonnaire du blastoderme. Ils ne sont pas partout non plus tout à fait les mêmes quand on les observe dans les divers plans qui se succèdent de la face dorsale vers la face ventrale.

Dans tous les cas, ils ont pour résultat l'apparition de plusieurs *tissus* très-distincts là où il n'y avait qu'un tissu composé de cellules uniformes; ces tissus sont plus différents de celui des feuillets épithéliaux interne et externe que ne l'était de ceux-ci le tissu du feuillet moyen dont ils dérivent, et dont ils déterminent de la sorte la disparition en se différenciant de lui de plus en plus. Certains de ces tissus continuent à être composés de cellules ou au moins de cellules principalement, et ces dernières dérivent directement des précédentes (*notocorde*) ou au contraire indirectement (*cellules du névraxe*). Dans d'autres tissus, dans la plupart même, les cellules ou les noyaux servent de centre à la génération de fibres, etc.; les cellules disparaissent (à l'exception de leur noyau) ou en viennent à ne plus être qu'un accessoire parmi les fibres, etc., dont elles ont été le point de départ (tissu élastique, musculaire strié, etc.). C'est de la sorte que se com-

plique l'organisme, et d'autant plus que chaque tissu se partage en parties similaires dont l'ensemble forme un système, et ces parties associées avec leurs homotypes de quelque autre système forment les organes de chaque appareil. Enfin, en raison de ce qui a été dit plus haut (p. 153 et suiv.), cette complication anatomique est escortée d'une complication fonctionnelle corrélative; là où il n'y avait que vie végétative apparaît la contractilité avec les fibres correspondantes, la névrilité avec les fibres et les cellules du tissu nerveux, sans parler de la résistance, de l'élasticité et autres qualités mécaniques et physiques en même temps que naissent les tissus cartilagineux, osseux, fibreux, etc. (1).

(1) 1° Les faits qui viennent d'être exposés, 2° ceux de génération d'éléments et par suite d'organes nouveaux alors qu'il n'y a plus de cellules blastodermiques dans l'embryon (voy. p. 17 et chap. VIII), et 3° ceux de la génération dans l'intimité de chaque cellule de particules qui n'existaient pas auparavant s'ajoutant aux antécédentes (voy. p. 163 et plus loin le chapitre sur l'évolution des cellules), sont considérés par quelques auteurs comme étant une *séparation* ou *différenciation* de parties et des fonctions corrélatives dépendant d'une *division du travail physiologique* (Gegenbaur, etc.). Considérer l'apparition successive de parties nouvelles, tant dans l'organisme embryonnaire que dans l'intimité de chaque élément ou à leur surface, comme n'étant qu'une simple *séparation* de parties et non une genèse de choses qui n'existaient pas organiquement (c'est-à-dire dont les principes immédiats préexistaient seuls), c'est supposer que ces parties existaient déjà toutes formées. C'est là une des formes de l'ancienne hypothèse qui admettait que l'œuf est déjà le tout, l'organisme préexistant, soit en réalité, soit au moins en puissance, tant en substance qu'en actes. Mais l'embryogénie prouve au contraire que cette hypothèse n'est pas validée par l'observation (voyez sur ce point : Ch. Robin, *De l'appropriation des parties à l'accomplissement d'actes déterminés* dans la Philosophie positive, Revue, par Littré et Wyrouboff, 1868-1869 et Journ. d'anat. et de physiol; Paris, 1870, in-8, p. 77). L'apparition successive et épigénétique de facteurs de tels ou tels actes, même dans l'intimité des éléments anatomiques, n'est pas une séparation de ces facteurs les uns d'avec les autres. C'est la répétition de cette épigenèse associée ou non suivant les cas à la segmentation nucléaire et cellulaire qui détermine une complication croissante de l'organisme; en amenant l'accroissement du blastoderme elle détermine, non point son partage, mais la formation à son aide et à ses dépens de nombreuses dispositions nouvelles différentes; elle amène corrélativement l'apparition des manifestations fonctionnelles correspondantes; pour chacun de ces ordres de dispositions d'abord simples et des actes corrélatifs, la répétition de la formation a pour conséquence la multiplication des parties similaires. Le travail de l'économie entière et celui de chacune des parties n'existant pas avant que celles-ci se montrent ne peut pas se diviser; il apparaît, s'accroît, se multiplie avec chacune des dispositions qui apparaît à la suite d'une autre; mais apparition et multiplication de parties, diverses bien que solidaires par le fait même des conditions et du mode de leur génération, n'est pas division. Si l'organisme est simple, les actes sont peu intenses et bornés à la simple manifestation des propriétés élémentaires de la substance

Spécifions qu'avant ou qu'en même temps (d'une espece animale à l'autre) que se dessinent les involutions ou repli vers la profondeur (voy. p. 200) qui annoncent l'apparition des groupes d'organes embryonnaires, le névraxe d'une part, l'intestin de l'autre, on voit les cellules du feuillet blastodermique moyen prendre telle ou telle disposition spéciale faisant deviner, par leur mode de groupement, la place de la notocorde, des lames latérales qui l'accompagnent, etc., et cela avant que les cellules de ces groûpes présentent des caractères spécifiques bien nets, autres que ceux toutefois qui permettent de les distinguer comme appartenant, ici au feuillet externe, là au feuillet moyen du blastoderme.

Ces cellules sont manifestement de celles qui, par suite de l'accroissement nutritif individuel et de la segmentation consécutive et continue des globes vitellins, puis des cellules de chaque feuillet blastodermique, dérivent de la sorte de la substance même du vitellus, mais sans interruption généalogique.

Il en est ainsi dans tous les vertébrés pour le cylindre composé de cellules du feuillet moyen directement contiguës, formant la notocorde et en même temps qu'il se délimite, naît autour de lui, par un véritable fait de genèse, sa gaîne propre insoluble dans l'ammoniaque dès son apparition, alors que les cellules sont rapidement attaquées par cet agent. Les cellules de la notocorde ainsi incluses sont plus grosses que celles des lames latérales placées de chaque côté d'elle; elles en diffèrent

organisée. A mesure que des parties nouvelles, tant similaires que différentes, s'ajoutent aux premières, il y a corrélativement complication et augmentation d'intensité des manifestations de ces propriétés sous les modes de propriétés de tissu, d'usage des organes, de fonction pour chaque appareil. De plus, ici la cellule, le tissu, l'organe, etc., accomplissent des actes, mais n'élaborent pas des objets. Dans le cas de la *division du travail* il y a mise en œuvre d'objets extérieurs à l'agent, homme ou machine; il y a division entre plusieurs (agissant séparément, avec ou sans coopération, simultanément ou non) dans l'exécution d'opérations différentes les unes des autres, autrefois accomplies successivement par un seul individu (voy. Aug. Comte, *Cours de philosophie positive ;* Paris, t. IV, 1839 et 2e et 3e édit., t. IV, p. 419 à 429). Aussi n'est-ce qu'avec réserve que l'on doit accepter l'introduction en biologie des théories de la *division du travail* empruntée aux économistes par quelques naturalistes modernes; d'autant plus que c'est la *division du travail physiologique* qui (s'il y avait lieu d'admettre ces théories) serait sous la dépendance de la *différenciation* évolutive et non l'inverse, car l'acte ne procède aucunement l'agent.

aussi par quelques particularités secondaires concernant leur noyau et leur forme en raison de leur pression réciproque. Mais en dehors de cela elles ont le même aspect général ; sur les batraciens, en particulier, les unes et les autres renferment les mêmes granules vitellins jaunâtres qui les rendent foncées sous le microscope par suite de leur fort pouvoir réfringent ; mais ils sont dissous par l'ammoniaque et par l'acide acétique avant la substance hyaline du corps cellulaire, ce qui permet de voir que quelques fins granules, tant graisseux que mélaniques, les accompagnent.

A part ces particularités propres aux batraciens qui doivent être citées parce qu'elles servent de point de repère et facilitent beaucoup ces observations, les faits indiqués ici se retrouvent les mêmes au fond dans les oiseaux et les mammifères, durant l'évolution de ces divers éléments.

ARTICLE PREMIER. — SUR LA PROVENANCE CELLULAIRE DES ÉPITHÉLIUMS.

Nous avons vu déjà (p. 200 et 292) comment l'individualisation en cellules de la substance vitelline conduit à la formation des feuillets externe et interne du blastoderme, qui tous deux sont de nature épithéliale ; ils sont formés d'une seule rangée de cellules et séparés l'un de l'autre au niveau de la *tache* ou *aire embryonnaire*, par le feuillet moyen ; feuillet relativement épais, qui forme essentiellement le bouclier ou épaississement que représente cette tache.

Nous avons vu aussi (p. 195 et 196) comment l'accroissement individuel des cellules et leur segmentatiun conduit à l'extension de ces feuillets blastodermiques, et satisfait, si l'on peut ainsi dire, à la formation des groupes ou des membranes cellulaires qui en dérivent.

Dès que se délimitent les extrémités céphalique et caudale de l'embryon, la portion du feuillet externe qui tapisse ce nouvel être (fig. 51, 5) compose son épiderme, formé d'une seule rangée cellulaire. Il continue à grandir avec celui-là, comme il vient d'être dit. La portion du feuillet qui fait suite (6)

à cet épiderme se replie au-dessus et en arrière de l'embryon. Celui-ci, en grandissant, s'enfonce en quelque sorte du côté du centre de l'œuf (*o*), ce qui amène de plus en plus l'écartement entre le feuillet externe (2) et les autres feuillets blastodermiques (3) dans leur portion extra-embryonnaire. De là résulte autour de l'embryon la formation des capuchons céphalique et caudal (6 et 7), qui, en se rapprochant derrière le dos de celui-là (8 et 11), l'enveloppent, et délimitent l'amnios sans cesser encore d'être en continuité avec le reste du feuillet externe (8-2), qui demeure appliqué contre la membrane vitelline (1), dont l'atrophie complète suit de près. Une fois les deux capuchons réunis derrière le dos de l'embryon (fig. 51, 8), l'amnios l'entoure, et se trouve fermé. Bientôt ils se séparent tout à fait de la portion du feuillet blastodermique externe appliquée à la membrane vitelline (1), et cette portion-là (2, 2) constitue alors le *chorion*, qui plus tard deviendra villeux.

La rangée de cellules représentant le feuillet interne

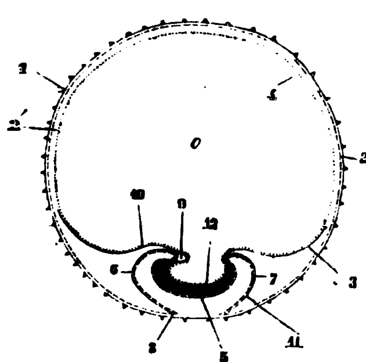


FIG. 51 (*).

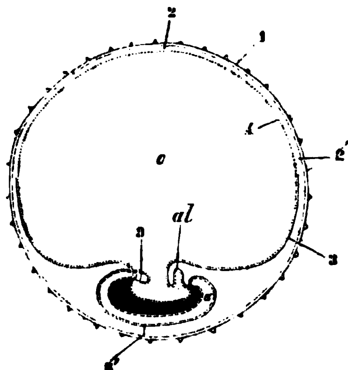


FIG. 52 (**).

(*) Coupe schématique de l'œuf lors de la formation de l'amnios. 1, membrane vitelline; 2, feuillet externe du blastoderme; 3, feuillet moyen qui s'étend de la surface de la vésicule ombilicale, un peu au delà de sa portion embryonnaire plus épaisse (entre (5 et 12); 6, capuchon céphalique de l'amnios; 7, capuchon caudal de l'amnios; 8, extrémité du capuchon céphalique tendant à rejoindre l'extrémité correspondante (11) du capuchon caudal; 9, point où se formera le cœur; *o*, vésicule ombilicale; 12, feuillet interne du blastoderme qui formera l'intestin, se continuant encore en 10 et 4 avec le feuillet interne du blastoderme qui, dans sa portion extra-embryonnaire deviendra celui de la vésicule ombilicale.

(**) Œuf avec l'amnios complétement développé. *al*, bourgeon allantoïdien; *a*, cavité amniotique. Les autres numéros comme à la figure précédente. En 3, on voit la portion extra-embryonnaire du feuillet moyen (continue avec celle qui forme principalement l'embryon, mais fort mince) qui s'étend entre les feuillets externe (2) et interne (4) pour former la paroi externe formée de tissu lamineux et vasculaire de la vésicule ombilicale (*o*). 8, pédicule du feuillet externe unissant encore au chorion (2) l'*amnios* qui vient de se clore; ce pédicule s'atrophie au bout de peu de jours.

fig. 51, 12) du blastoderme enveloppe immédiatement le liquide (*o*), qui s'est produit au centre de la vésicule blastodermique pendant sa délimitation. La portion de ce feuillet, qui correspond à la face interne de l'aire embryonnaire (12), forme l'épithélium de l'intestin que les lames ventrales circonscrivent en se reployant et s'étendant vers la face antérieure ou ventrale de l'embryon. Diverses involutions en dérivent ensuite pour former l'arbre aérien, le foie, etc. (voy. p. 200 et 201). Quant à la portion extra-embryonnaire du feuillet interne (10), elle se continue avec la précédente (12) tant qu'existe le canal *intestino-ombilical*, et au delà elle forme la tunique interne (*h*) de la vésicule ombilicale (*o*). Cette vésicule dérivant de la partie extra-embryonnaire du feuillet interne est un organe fœtal transitoire et caduc, comme l'amnios et le chorion, qui dérivent de la portion extra-embryonnaire du feuillet blastodermique externe.

Dès l'époque de la délimitation de ces feuillets, une différence existe : 1° d'une part, entre les cellules du feuillet moyen auxquelles vont succéder les éléments anatomiques permanents des organes définitifs du nouvel être, et 2° d'autre part, celles des portions plus étendues du blastoderme, qui tout en persistant plus longtemps, en tant que *cellules*, vont former certains organes, pourtant transitoires ou fœtaux, tels que le *chorion* villeux et l'amnios s'il s'agit du feuillet externe, et la *vésicule ombilicale* s'il s'agit du feuillet interne. Dès l'époque ou elles se délimitent, les cellules de ces deux feuillets offrent des caractères qui les rattachent les unes aux autres au groupe des cellules épithéliales, tandis qu'il est loin d'en être de même des *cellules du feuillet moyen*. Malgré ces caractères communs, les cellules du chorion villeux se distinguent de celles de l'amnios par leur plus petit volume, leur forme polyédrique et par une grande adhérence entre elles sur la plupart des mammifères. Celles de l'amnios ont dès leur apparition les caractères des cellules pavimenteuses, minces, transparentes, à petit noyau. L'amnios et le chorion restent tous deux jusqu'à l'accouchement composés d'une seule rangée de cellules très-adhérentes les unes aux autres. Celles de la vésicule ombilicale sont un peu plus petites que celles de l'amnios, mais sont épaisses, polyédriques par

pression réciproque, deviennent sphéroïdales au contact de l'eau et sont plus granuleuses que les précédentes, surtout celles de la couche interne. Elles sont plus grosses que celles du même feuillet qui forment l'épithélium intestinal.

Ce qu'il importe maintenant de faire ressortir, c'est que ces cellules épithéliales, originellement de provenance vitelline, s'étant multipliées, comme nous l'avons dit (p. 196), se séparent les unes des autres et tombent par desquammation déjà même durant l'âge fœtal après avoir subi les phases évolutives dont nous avons déjà parlé (p. 74 et 269). Celles de l'épiderme tombent dans l'amnios et celle de l'intestin dans la cavité où elles concourent à former le méconium. Quand survient ce phénomène, on voit dès lors, comme ensuite pendant toute la vie à la surface du derme, à celle du chorion des muqueuses et à la face interne des tubes glandulaires, on voit, dis-je, se montrer la genèse des noyaux puis de la matière amorphe qui bientôt se segmentent entre eux pour former les couches épithéliales de remplacement; ces dernières soulèvent celles qui se sont individualisées auparavant, et amènent, soit leur chute, soit l'épaississement des membranes épithéliales, selon qu'il s'agit des épithéliums stratifiés ou de ceux qui ont une seule rangée cellulaire. C'est ainsi qu'à la production originelle des premières cellules épithéliales de l'économie par fréquentation vitelline, succède la production par genèse des couches épithéliales de remplacement (voy. p. 202 à 215), suivie de leur individualisation en cellules. Une fois alors que chacune a ainsi acquis son individualité, elle se développe suivant le type normal offert par celles qu'elles remplacent ou autrement dans les cas pathologiques, pour arriver à tomber et se détruire quand par suite de ses modifications évolutives leur séparation est devenue facile (1).

(1) Sans répéter ici les faits si longuement exposés déjà qui viennent d'être reliés les uns aux autres, l'observation de leurs diverses phases montre aisément que le remplacement des cellules épithéliales qui tombent n'est pas dû à ce que les cellules épithéliales de la première couche formée (p. 297) laisseraient derrière elle une petite cellule qu'elles auraient produite par scission de leur partie profonde avant de tomber. Ce qui se prouve aussi c'est que dès qu'une paroi pelliculaire s'est produite autour des cellules, elles cessent de se segmenter (p. 264), et tel est le cas des cellules épithéliales qui se détachent de l'intestin, des tubes de diverses glandes, etc. Ce qui le prouve encore, c'est la rareté à

On sait que de chaque côté du plan médian antéro-postérieur le feuillet moyen du blastoderme (tracé en noir entre 5 et 12, fig. 51) se dédouble peu de temps après l'apparition des capuchons céphalique et caudal, par écartement des cellules formant plusieurs couches qui les composent. Ce dédoublement qui commence près du bord ombilical (9) du feuillet, gagne vers le plan médian où il laisse une lame non dédoublée représentant le mésentère et les médiastins, tandis que les espaces du côté droit et gauche représentent la cavité pleuro-péritonéale. La couche du feuillet moyen qui est repoussée contre le feuillet interne va former la couche musculo-fibreuse et vasculaire de l'intestin. La couche repoussée contre le feuillet externe va former le derme et les parois musculo-squelettiques du tronc, pendant que dans la lame médiastino-mésentérique se développent le cœur, les gros vaisseaux, la rate et les vaisseaux qui vont former à la surface du rein les glomérules de Malpighi.

Ce sont, durant l'évolution, des phénomènes fréquents que ces dédoublements ou séparations de cellules et autres éléments mêmes, amenant la simple contiguité des parties où il y avait continuité, séparations qui amènent par suite la présence d'espaces dont les surfaces libres, peuvent glisser les unes sur les autres ou être écartées en limitant des cavités pleines de liquides, etc. La formation du cœur, des diverses cavités séreuses et articulaires, des gaînes synoviales, des tendons et autres *cavités closes*, c'est-à-dire sans communication directe avec l'extérieur, en offrent des exemples. Ces cavités présentent, à peu près dès le moment où l'existence de la séparation

l'état normal des exemples de la scission des cellules portant à la fois sur le noyau et la cellule (p. 196), en dehors des cas d'agrandissement des couches blastodermiques. Ce qui le prouve enfin c'est la fréquence, à la face profonde des couches épidermiques et épithéliales tégumentaires et à la face interne des tubes du rein et d'autres parenchymes, de l'existence d'une couche épithéliale de remplacemennt, formée, soit de noyaux seulement, soit de ces noyaux parsemés dans une substance homogène non encore segmentée qui les écarte (voy. p. 203). Les caractères propres de ces noyaux et la résistance des parois glandulaires propres ou des téguments dont il s'agit montre bien aussi, que ces épithéliums ne sont pas des leucocytes émigrés hors des vaisseaux, puis de la trame dermique, etc., pour venir se ranger en couche sur ces membranes et s'y métamorphoser, que ce ne sont pas non plus des noyaux fibro-plastiques exprimés par le tissu cellulaire ambiant et sortis pour se disposer de la sorte et se métamorphoser en cellules sur la face interne des tubes, sur les téguments, etc (voy. p. 207).

devient saisissable, un épithélium formé d'une seule rangée de cellules, et qui reste tel pendant toute la durée de la vie. Cet épithélium, dans diverses conditions morbides, et peut-être aussi normalement, le système vasculaire excepté, se détache des surfaces tapissées, tombe dans la cavité et se régénère. L'observation des particularités évolutives qui viennent d'être signalées montre que les premières des cellules de cet épithélium, qui naissent lors de l'apparition de ces cavités séreuses, ne sont pas de provenance vitelline, comme le premier épiderme cutané, le premier épithélium intestinal (p. 298). His et d'autres après lui ont considéré ces cellules épithéliales, minces, hyalines, comme provenant des cellules du tissu cellulaire ou conjonctif limitant les cavités, qui se seraient transformées (1). Mais, dès les périodes embryonnaires, ces cellules présentent les réactions propres aux cellules épithéliales d'origine blastodermique, et non celles des cellules fibro-plastiques. De plus, elles se comportent dans les tumeurs absolument comme les autres cellules (voy. fig. 40, p. 273). On peut, en outre, dans

(1) Cette supposition et l'origine non vitelline de ces cellules épithéliales des *cavités closes* a conduit His à distinguer ces épithéliums des autres, sous le nom d'*endothélium*. Mais ces cellules ont tous les caractères des autres (sauf leur minceur et leur étroitesse en certains points); elles peuvent former des couches stratifiées (synoviales) et des tumeurs avec globes épidermiques, etc. Notons ici que le mot *épithélium* (Ruysch), qui a signifié d'abord épiderme du mamelon (ἐπί, sur, et θηλή, mamelon), a pu être étendu sans trop d'erreur à la désignation des couches analogues qui recouvrent les muqueuses avec leurs éminences papillaires et villeuses, puis les conduits et les vésicules et cavités closes qui manquent de ces saillies. Mais ἔνδον, *dedans*, et θηλή, *mamelon*, employés pour désigner les cellules tapissant les *cavités closes*, n'a plus de sens, quel que soit le mode d'origine embryonnaire des cavités et de leur revêtement interne. Par un caprice personnel, mais aussi peu scientifique que possible, ce terme déjà impropre a été arbitrairement détourné du sens, qu'à la rigueur His était en droit de lui donner conventionnellement. C'est ce que font ceux qui désignent par ce mot tout revêtement formé par des *cellules épithéliales plates*, telles que celles de l'amnios et du poumon aussi bien que celui des séreuses (Ranvier), et, en outre, les couches de rénovation des épithéliums sus-indiquées (p. 299, en note), en voie de segmentation; couches placées entre le tissu tégumentaire même ou les tubes glandulaires et la rangée ou les rangées de cellules complétement développées, formant la couche cellulaire épithéliale proprement dite, plus ou moins rapprochée de l'époque de sa chute (voy. Debove, *Compt. rend. des séanc. de l'Acad. des sc.* Paris,, 1872, p. 75 et 76). Ce sont là des dispositions connues depuis longtemps; mais les considérer comme nouvelles parce qu'on les voit pour la première fois et qu'on les nomme autrement qu'on ne le faisait, ne suffit pas pour constituer une découverte. C'est donner au mot *endothélium* la signification de *couche interne des épithéliums* qu'il ne peut recevoir à aucun titre.

diverses circonstances morbides, trouver ces cellules en voie de régénération, sur le péritoine, la plèvre, etc., et composées encore seulement d'une rangée de noyaux d'épithéliums plus ou moins rapprochés, ou déjà écartés par la substance hyaline non encore segmentée, leur donnant l'aspect des couches qui ont déjà été signalées (p. 209), alors que, dans les mêmes cavités, on trouve des parties qui sont en voie d'individualisation par segmentation intercolaire. Aussi ne saurait-on mettre en doute que leur apparition première a lieu de la même manière que celle des épithéliums de remplacement dont il vient d'être parlé (p. 208 et 203). D'autre part, sur les cellules récemment individualisées par segmentation intercalaire, on peut, pendant l'agrandissement des séreuses embryonnaires et l'extension des capillaires, constater que ces cellules se prêtent à l'agrandissement de la couche épithéliale qu'elles concourent à former en se multipliant par scission comme les autres (voy. p. 196).

Notons que ces cellules sont ordinairement, dès l'époque de leur individualisation, très-minces, avec un noyau aplati. Elles restent ainsi pendant toute la durée de leur existence, même lorsqu'elles deviennent fermes, douées d'une sorte de rigidité et de sécheresse relatives. Toutefois, sur les franges synoviales, dans les gaînes tendineuses, etc., les cellules acquièrent une certaine épaisseur (Henle, Kölliker, Ch. Robin) et deviennent presque polyédriques sur certains points (1). Toutes se détachent avec une très-grande facilité à compter de six à huit heures après la mort, ce qui fait que sur le cadavre on trouve souvent discontinue la couche épithéliale des séreuses et des gros vaisseaux qu'on voit au contraire uniformément continue sur l'animal qui vient d'être tué.

ARTICLE II. — SUR LA PROVENANCE CELLULAIRE DU TISSU DE LA NOTOCORDE.

Dépourvues de paroi propre au début (p. 295), les cellules de la notocorde (fig. 53, *a*, *b*) en présentent bientôt une très-manifeste, et graduellement elles deviennent translucides, vési-

(1) Ch. Robin, dans Michon, *Des tumeurs synoviales*. Paris, 1851, in-4, p. 26-27, pl. I, fig. 7.

culeuses et bien plus grosses qu'elles n'étaient. Ce passage à l'état vésiculeux a lieu vers la périphérie de l'organe. Sur les

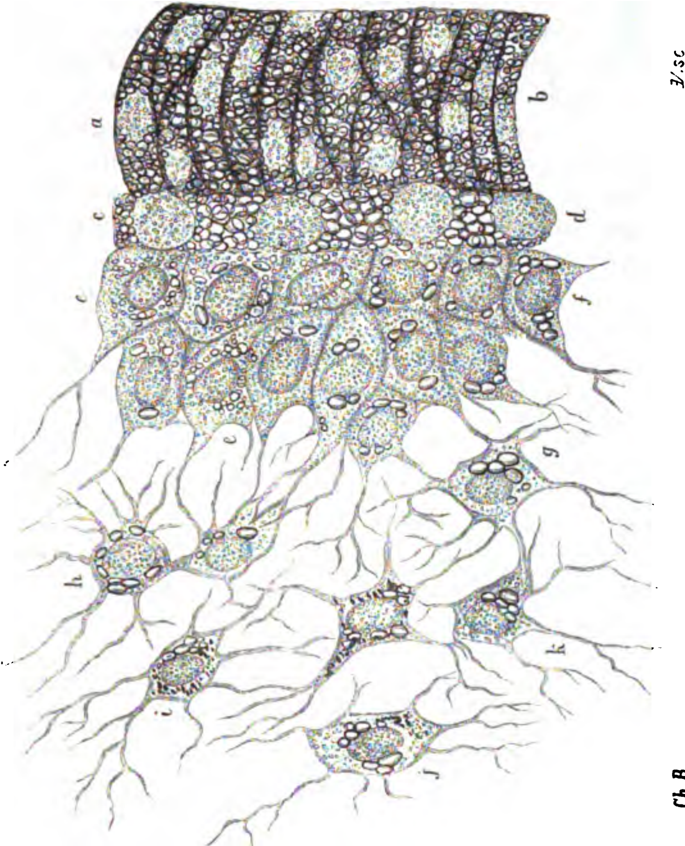


Fig. 53 (*).

batraciens, il débute par la résorption des granules vitellins et en même temps il y a formation de gouttes huileuses qui à la

(*) Notocorde et chromoblastes de la queue encore dépourvue de capillaires d'un embryon de *Triton marmoratus*, long de 9 millimètres, un jour avant l'éclosion. Grossis 520 fois. *a*, *b*, la notocorde avec ses cellules encore pleines de granules vitellins, foncées et réciproquement comprimées ; *c*, *d*, rangée unique de cellules granuleuses, foncées, prolongeant l'axe cérébro-spinal, intimement juxtaposées, mais pouvant être isolées les unes des autres ; leur noyau est clair, elles contiennent de fins granules mélaniques, leur diamètre est de $0^{mm},03$; *e*, *e*, *f*, cellules sous-épidermiques encore contiguës, déjà devenue peu granuleuses, polyédriques par pression réciproque, dont quelques-uns offrent des prolongements très-pâles et que l'étude ultérieure montre être l'origine des chromoblastes ou chromatophores ; *g*, *h*, *k*, cellules écartées les unes des autres contenant encore quelques granules vitellins offrant des prolongements, dont quelques-uns sont soudés entre eux ; *i*, *j*, cellules chromatophores semblables dans lesquelles commencent à se montrer des granules de mélanine.

longue disparaissent elles-mêmes. Une matière hyaline sans granulation se produit secondairement sous forme d'une ou plusieurs grandes gouttes dans la substance fondamentale, distend les cellules en leur donnant un aspect vésiculeux de plus en plus prononcé ; elle repousse et distend graduellement la substance fondamentale sous forme de paroi nette dans laquelle le noyau reste inclus avec quelques granules graisseux et de fines granulations mélaniques sur les batraciens.

Sur les poissons, les oiseaux et les mammifères, les cellules de la notocorde deviennent vésiculeuses d'une manière analogue avec cette différence qu'elles sont simplement grisâtres, sans les granules vitellins, puis graisseux, observés dans les batraciens. De plus le mode de production des gouttes hyalines de formation secondaire varie d'un groupe à l'autre de ces animaux, mais en commençant toujours par le centre de la notocorde et laissant plus ou moins longtemps polyédriques, non vésiculeuses, grisâtres et finement grenues ses cellules superficielles, sur une ou plusieurs rangées, souvent régulièrement disposées, surtout aux extrémités.

Il faut joindre à ces particularités l'indication des variétés d'aspect dues, sur les poissons et les batraciens surtout, à ce que, sphériques au début, les cellules de la notocorde s'aplatissent plus ou moins (fig. 53, *a*, *b*) par pression réciproque, sous forme de lames plus ou moins minces, transversalement disposées par rapport à la longueur de l'organe. Cette disposition persiste dans la notocorde de quelques poissons, tels que le branchiostome ; mais sur les autres poissons, sur les batraciens particulièrement, elles se gonflent de nouveau et deviennent polyédriques quand se résorbent les granules vitellins qui les rendaient plus ou moins opaques, en même temps qu'elles prennent l'état vésiculeux et la transparence dont il vient d'être question.

ARTICLE III. — SUR LA PROVENANCE CELLULAIRE DES FAISCEAUX STRIÉS DES MUSCLES.

Ce sont aussi des cellules dérivant généalogiquement comme les précédentes de la substance vitelline (voy. p. 293) qui se

groupent de chaque côté de la notocorde pour former les lames latérales musculaires. Mais dès l'origine ces cellules sont plus petites, plus sphéroïdales, moins polyédriques ou moins aplaties que celles de la notocorde. Bien que sur les batraciens elles soient aussi riches en granules vitellins que les cellules de la notocorde, elles s'en distinguent en ce qu'elles sont plus petites d'un tiers au moins, plus sphéroïdales, moins pourvues de granules mélaniques. Elles sont en outre bien plus petites et plus pauvres en granules pigmentaires que les cellules noires qui, sur une rangée unique, forment la couche superficielle ou épithéliale externe de l'embryon, sous laquelle sont immédiatement placées les précédentes. Sur les poissons et les batraciens, dès l'origine de leur groupement, ces cellules se disposent en *masses interapophysaires* ou *chevrons* (fig. 54, *f-g*, *g-h*, etc.) que séparent des intersections un peu obliques, formées d'une substance hyaline, plus tenace que celle des cellules dès son apparition ; plus tard on la voit remplacée par le cartilage des apophyses ou arêtes, soit transverses, soit épi-

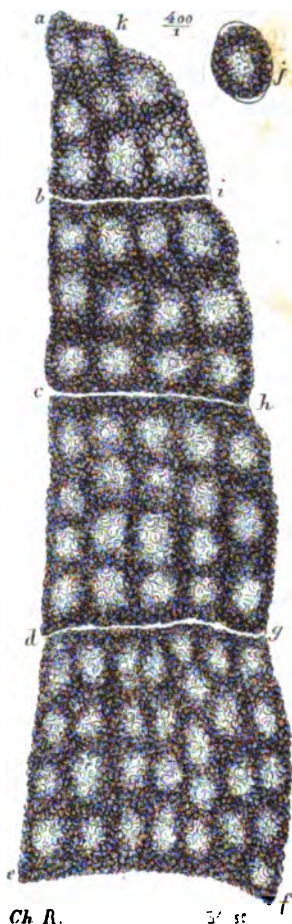


FIG. 54 (*).

(*) Partie antérieure de la série des *chevrons* musculaires, appliquée contre la gaine de la notocorde à laquelle elle adhère par son extrémité antérieure (*a b*). *b i*, *c h*, *d g*, couche mince de substance hyaline, tenacé, à laquelle adhèrent les extrémités de chacun des faisceaux musculaires primitifs *a*, *b*, *f*, *g*, *g*, *h*, etc. accolés dans chaque chevron (*d*. *e*. *f*, *g*, etc.). Chaque faisceau primitif (*a b*, *b c*, etc, contigu aux autres (*k i*, etc.) est formé (sur les têtards de grenouille longs de 8 millimètres, douze jours après la ponte) de cellules foncées, granuleuses, se soudant bout à bout, formant ainsi des cylindres toruleux isolables les uns des autres. A cette époque les cellules dont le noyau s'entrevoit sont encore séparables les unes des autres (*j*) avec leur forme sphéroïdale. Dès cette époque les faisceaux se contractent, mais lentement. Gross. 450 fois.

neuses, ou simplement par des cloisons fibro-tendineuses comme dans la queue des têtards.

Il importe de noter dès à présent que pendant les quelques jours ou les quelques semaines qui d'une espèce animale à l'autre s'écoulent entre l'époque de l'apparition de cette substance amorphe et celle de son remplacement par les tendons ou par les cartilages dont il vient d'être parlé, elle est complétement dépourvue de noyaux et de cellules. Lors de son apparition entre les groupes de cellules bien distinctes, non encore soudées en cylindres, elle forme des cloisons épaisses 4 à 6 millièmes de millimètre seulement; mais son augmentation d'épaisseur très-sensible ayant lieu rapidement permet de distinguer les plans ou lignes hyalins, sous l'aspect desquels elle se présente, des plans translucides aussi, qui siégent au niveau des surfaces de contact des feuillets blastodermiques ou des groupes de cellules qui se délimitent dans le feuillet moyen et indiquent la formation du cœur, de la couche musculaire de l'intestin, etc. Ces plans résultent en effet, non de la présence d'une substance différente de celle des cellules, interposées à leurs groupes, mais de la manière différente dont la lumière est réfractée par ceux-ci; ils dépendent aussi, chez les batraciens et les reptiles surtout, de la manière dont dans les cellules de la surface de chaque groupe les granules s'écartent de la superficie même de ces cellules pour se rapprocher du noyau et laisser là une plus grande épaisseur de la substance cellulaire propre, devenue plus ferme, dépourvue de tout granule et transparente.

Quant aux faisceaux musculaires primitifs striés qui une fois développés vont de l'une à l'autre de ces intersections (fig. 53, *b i*, etc.), on peut constater de la manière la plus nette qu'ils se développent ainsi qu'il suit (1).

Ce sont, comme l'a dit Schwann, plusieurs cellules qui se soudent bout à bout pour former chaque faisceau. La forme

(1) Il n'est pas vrai que chacun de ces faisceaux soit dû au développement énorme d'une seule cellule comme l'admettent quelques auteurs d'après Remak. Les faits qui vont être indiqués le prouvent aussi bien que les précédents. Ils prouvent aussi qu'ils ne proviennent pas chacun d'une seule cellule qui en s'allongeant se diviserait continûment en travers, mais incomplétement, pour former un cylindre variqueux ainsi que l'indiquent encore quelques anatomistes.

allongée un peu effilée à chaque extrémité des cellules qui se soudent rend ce fait très évident sur les mammifères et les oiseaux. Il est encore plus net dans les masses ou chevrons musculaires rachidiens des têtards et des poissons. Là chaque faisceau strié allant d'une intersection hyaline à l'autre et juxtaposé à ses voisins est d'abord représenté par quatre ou cinq cellules sphériques superposées ; rien de plus net que cette superposition de plusieurs cellules sur une même ligne allant de l'une à l'autre des intersections. Au début ces cellules se séparent aussi facilement les unes des autres que de la notocorde qu'elles touchent ou que de leurs intersections. Un jour ou deux plus tard, dans les rangées de quatre à cinq cellules chacune, celles-ci sont devenues un peu ovoïdes ; de plus elles sont adhérentes par leurs bouts de manière à former un cylindre qui ne se sépare aisément que des cylindres voisins, car les cellules qui terminent ce cylindre adhèrent à la gaîne de la notocorde ou à l'intersection interapophysaire qu'elles touchent, autant qu'aux cellules tenant à leur pôle opposé.

Pourtant à cette époque l'ammoniaque qui gonfle ces cellules pendant quelques minutes avant de les dissoudre, leur rend leur forme sphérique et permet de les isoler encore. Le jour suivant ou environ, les cellules sont soudées de manière à former un cylindre granuleux un peu aminci aux deux bouts dans lequel l'existence des cellules n'est plus indiquée que par le nombre des noyaux qui se dessinent en clair suivant son axe



Fig. 55 (*).

longitudinal (fig. 55, *g*, *l*). Sur quelques-uns d'entre eux, chez

(*) Faisceaux musculaires de têtards de grenouille du quatorzième jour après la ponte, isolés à l'état frais de l'extrémité caudale des chevrons musculaires, étirés en pointe par les manœuvres d'isolement et devenus moins foncés. La soudure des cellules est complète. *g*, *h*, faisceau formé par soudure de deux cellules seulement. *i*, *j*, faisceau formé par soudure de quatre cellules. Les noyaux de celles-ci restent dans l'axe des faisceaux. (Ch. Robin.)

les poissons et les urodèles particulièrement, on voit quelques faisceaux dans lesquels, comme sur les oiseaux ou les mammifères, un rétrécissement rendant le faisceau originel variqueux existe dans les intervalles qui séparent ces noyaux, et ce n'est que plus tard, après le développement de la substance fibrillaire striée, que le faisceau devient cylindrique.

Cette disposition variqueuse originelle des faisceaux est surtout très-prononcée dans les faisceaux musculaires naissant plusieurs jours plus tard sur les côtés des cartilages hyoïdiens des têtards, par soudure de cellules bien moins granuleuses que celles dont les muscles rachidiens dérivent. Cette particularité et leur petit volume font que ces faisceaux sont bien plus transparents que ces derniers, de moitié environ plus minces, ressemblent beaucoup plus qu'eux aux faisceaux musculaires originels des oiseaux et des mammifères, tant sous ce rapport que sous celui de l'écartement des renflements placés au niveau des noyaux et qui les rendent variqueux (1).

Sur les batraciens on constate aisément que l'adhésion des cellules entre elles, à la notocorde et aux intersections qui séparent les groupes ou chevrons musculaires, est immédiate

(1) Pour ne pas être obligé de revenir plus tard sur ces faits, notons ici qu'il en est de même pour les faisceaux striés des muscles des membres apparaissant sur les batraciens alors qu'il n'y a plus de cellules blastodermiques granuleuses. La formation première des cellules qui se soudent en cylindres ou faisceaux, variqueux d'abord, ne peut pas être aussi nettement saisie que le peut être celle des cartilages et des fibres lamineuses. Mais la réunion de ces cellules par des extrémités effilées et leur disposition en faisceaux bien plus minces et surtout bien plus transparents (finement granuleux, pâles, sans granules jaunes vitellins ni graisseux) est des plus nettes et très-frappante. Cela excepté, le passage des faisceaux de l'état variqueux à l'état cylindrique, la segmentation des noyaux en série dans l'intérieur des faisceaux à mesure qu'ils augmentent de longueur, la production des fibrilles striées, celle de la substance hyaline interposée aux fibrilles (laquelle semble être une expansion de la substance pâle entourant primitivement le noyau), puis enfin la genèse du myolemme, sont autant de phénomènes qui se passent ici comme dans les faisceaux rachidiens. Notons que plusieurs semaines plus tard on peut constater dans ces derniers muscles en voie de croissance aussi bien que dans ceux des membres sur les batraciens, les fœtus de mammifères et autres vertébrés, la présence de faisceaux striés en voie d'évolution, tels que ceux qui viennent d'être décrits. Ce sont certainement là des faisceaux qui naissant et s'ajoutant aux autres, concourent ainsi à l'accroissement individuel de chaque muscle. Quant à la multiplication des faisceaux primitifs striés, par division suivant leur longueur, signalée par Weismann et Kühne, je n'ai jamais pu constater sur les fœtus, les nouveau-nés, ni sur les mammifères et les ovipares en voie de croissance un seul fait pouvant l'appuyer.

et que de plus elle coïncide avec l'apparition des premières manifestations de la contractilité dans le corps de l'embryon, alors que ces cellules sont encore séparables comme nous venons de le dire, et dépourvues de stries. Ces mêmes faits peuvent aussi être constatés dans le cœur, que composent des cellules analogues aux précédentes bien qu'un peu plus petites, un peu moins granuleuses.

Consécutivement à cette soudure des cellules (à laquelle nous avons déjà fait allusion page 276) et corrélativement à l'allongement de chacun des cylindres ou faisceaux variqueux qui en résultent, se manifeste la multiplication des noyaux par division en deux (fig. 56, *d*) se répétant successivement et dont

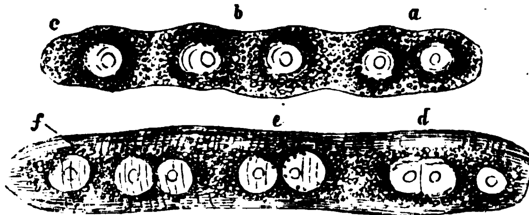


Fig. 56 (*).

on peut suivre les phases dans l'axe de chaque cylindre ou faisceau où ils forment des séries par groupe de deux à quatre environ, séries interrompues par des traînées de granules qui séparent chaque groupe. C'est en même temps que se produit de la surface vers la profondeur des faisceaux la substance contractile striée, divisible en fibres ou fibrilles musculaires dès son origine, formant une couche hyaline périphérique ; elle englobe dans son centre, suivant son axe, les noyaux et les granules dont il vient d'être question.

Sur les batraciens, ces granules sont en partie graisseux, en partie vitellins, comme dans les cellules blastodermiques ; mais ces derniers disparaissent rapidement et ce sont les granules graisseux qui restent le plus longtemps en augmentant de vo-

(*) Faisceaux musculaires dorsaux d'un têtard de grenouille long de 14 millimètres, vingt jours après la ponte. Grossis 450 fois. Plusieurs sont encore variqueux (*a*, *b*, *c*). Ils sont devenus moins grenus, leur noyau est nucléolé, et l'on suit les phases de la segmentation de plusieurs d'entre eux (*d*, *e*) au centre des faisceaux. Des stries transversales commencent à se montrer sur plusieurs (*f*), ainsi qu'un mince myolemme que soulèvent les granules graisseux et mélaniques sur plusieurs des faisceaux. (Ch. Robin.)

lume sinon de quantité. Dans les muscles rachidiens, le cylindre creux de substance contractile qui englobe les noyaux et les granules dont il vient d'être question repousse en outre à sa surface externe une quantité de ces granules qui est variable d'un animal à l'autre; ils sont, soit isolés, soit réunis en plaques ou groupes plus ou moins larges. Souvent ce n'est qu'après leur atrophie jusqu'à résorption complète qu'on peut constater l'état strié de la couche contractile sous-jacente. Celle-ci augmente graduellement d'épaisseur tant extérieurement que du côté de son centre, en englobant les noyaux qui s'y trouvent et amenant la résorption des granules qui les accompagnent. L'état strié devient de plus en plus net à mesure que ce fait a lieu. Il faut noter aussi la présence de granules pigmentaires mêlés aux précédents sur les batraciens, tant dans le canal central du faisceau strié qu'à sa surface et même dans son épaisseur sur les anoures. Ils disparaissent peu à peu et sont déjà rares au moment de l'éclosion chez les urodèles, surtout à la surface des faisceaux; ce fait est bien plus tardif dans les anoures. Quant aux noyaux placés dans l'axe du faisceau, ils perdent peu à peu leur nucléole, deviennent très-étroits et allongés, en forme de bâtonnets, à mesure qu'augmente le nombre des fibrilles et que l'animal grandit (1).

Signalons encore que dans l'embryon tous ces phénomènes se passent avant que des vaisseaux se soient étendus jusque dans les masses musculaires où on les observe.

Bien que l'acide acétique et l'ammoniaque dissolvent les granules vitellins dans l'épaisseur des cellules qui, en se soudant, forment les premiers faisceaux, et cela avant d'attaquer la substance hyaline qui compose la substance fondamentale du corps de chacune d'elles, on ne peut pas démontrer l'existence

(1) Ces dispositions variées donnent aux faisceaux d'un même muscle des aspects assez divers. Dans les cas de rupture ou de section expérimentale ou chirurgicale des faisceaux striés et dans le voisinage des points où ils sont comprimés par des tumeurs, ces noyaux s'hypertrophient souvent, avec production de un à trois nucléoles brillants. En même temps tous ceux qui dépassent un peu le volume ordinaire se segmentent comme il vient d'être indiqué. De là résulte la production d'amas de noyaux souvent élégamment juxtaposés, au nombre parfois de plusieurs dizaines et qui tranchent par leur transparence sur la substance contractile fibrillaire, encore striée ou devenue plus ou moins grenue, dans laquelle ils sont plongés.

d'une paroi propre à leur superficie. On ne peut non plus constater la présence d'une enveloppe autour des cylindres qu'elles forment en se soudant. Sur les vertébrés et les articulés cette enveloppe ou myolemme ne se produit que plus tard, à la surface du faisceau primitif; alors on peut en constater aisément l'existence par des moyens qui montreraient certainement sa présence sur les cellules et les cylindres qui résultent de leur soudure, s'ils en avaient réellement une.

L'apparition du myolemme est plus ou moins tardive d'une espèce animale à l'autre. Elle est démontrable sur les grenouilles un jour ou deux au plus tôt après l'époque où les stries des faisceaux primitifs sont apercevables. Elle est moins précoce sur la plupart des autres animaux. On voit par là que le myolemme rentre dans le groupe des parties de formation secondaire constituant des *organes premiers* de l'ordre de ceux que représentent la gaîne de la notocorde (voy. p. 125), la capsule du cristallin, les parois propres glandulaires, et n'est pas plus une provenance substantielle directe d'une portion des cellules originelles, qu'une paroi cellulaire qui se serait graduellement accrue. La substance contractile seule, fibrillaire ici, avec les noyaux qui l'accompagnent sont de provenance cellulaire dans les muscles à faisceaux striés, de même que cela est le cas pour chacune des fibres-cellules des muscles viscéraux.

La myolemme apparaît sous forme d'une pellicule hyaline extrêmement mince qui va graduellement en augmentant d'épaisseur, mais qui dès son origine résiste à l'action de l'eau et de l'acide acétique, agents qui gonflent, pâlissent ou dissolvent la substance et les granules inclus. En dehors de tout contact de l'eau, les gouttes sarcodiques, qui se produisent dans les préparations faites depuis une heure ou plus, le soulèvent. Çà et là du reste on voit sur les batraciens le myolemme soulevé par les granules vitellins et graisseux indiqués ci-dessus à la surface des faisceaux primitifs qu'il enveloppe; sur quelques-uns aussi, parmi les noyaux hyalins à gros nucléoles qui, pendant qu'ils se multiplient, sont englobés par les fibrilles contractiles, il en est qui font saillie à la surface de la couche fasciculaire que forment ces fibrilles; ils soulèvent par suite le myolemme.

On voit que le myolemme ne résulte point de la soudure de

cellules ni de fibres des tissus lamineux et élastiques. Ces faits et ceux qui concernent ses réactions montrent nettement qu'il n'est pas constitué par du tissu conjonctif, d'autant plus que, sur les poissons et les batraciens en particulier, il se produit à une époque bien antérieure à l'apparition des noyaux et des fibres du tissu lamineux. Ajoutons que tous les faisceaux striés des muscles dont il vient d'être question sont directement contigus les uns aux autres, et qu'entre eux non plus qu'à leur surface il n'y a aucune cellule qui leur soit interposée et dont on puisse faire provenir les fibres lamineuses et les chromoblastes qui s'y montrent quelques semaines plus tard chez les poissons et les batraciens.

Les cellules d'origine des faisceaux musculaires et les faisceaux qui résultent de leur soudure sont plus minces des deux tiers ou environ sur les oiseaux et les mammifères, l'embryon humain y compris (fig. 57, *l*, *m*, *n*) que dans les batraciens. Ils sont particulièrement bien plus transparents parce que les granulations y sont grisâtres, fines, et parce qu'ils manquent des gros granules vitellins sus-indiqués. Mais ces particularités mises à part, rien n'est plus semblable d'un animal à l'autre que la disposition variqueuse originelle des faisceaux, que celle des fibrilles striées rassemblées à la périphérie de chacun d'eux, et surtout que celle des séries centrales formées de deux (*c*, *f*) à six noyaux environ ou même plus, qui résultent de la scission du noyau de chacune des cellules originelles (1).

(1) Sur les uns et sur les autres de ces animaux, mais surtout dans les poissons et les batraciens, on constate bien un fait indiqué depuis plusieurs années par divers auteurs ; c'est que les *corpuscules musculaires* isolables des faisceaux striés durcis, sous la forme de petites masses claires de figure étoilée, fusiforme, etc., à noyau central ou à peu près, sont les noyaux précédents restant entourés d'une certaine quantité de la substance du corps cellulaire (*protoplasma* de Remak et Schultze), substance qui n'a pas servi à la génération même des fibrilles striées contractiles ; si tant est que celles-ci dérivent de la substance de ces cellules et n'apparaissent pas plutôt par genèse (voy. p. 15 et 309). Sur les têtards de batraciens, les insectes, etc., on voit aussi que la substance hyaline réfractant plus fortement la lumière que les fibrilles, qui est interposée à celles-ci et bien décrite par Cohnheim, etc., est en continuité avec celle qui entoure les noyaux et dont il vient d'être question. Ces faits se constatent peut-être plus nettement encore sur les faisceaux frais que sur les pièces durcies. Ils concourent à montrer avec d'autres encore que les fibrilles des faisceaux striés sont primitivement distinctes, et que ce n'est pas par suite d'une formation artificielle qu'on les isole.

L'absence de granules vitellins dans les cellules blastoder-

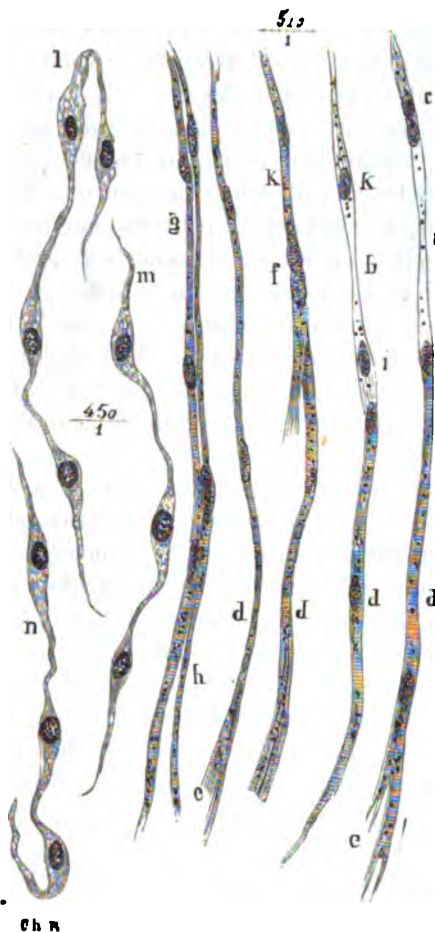


FIG. 57 (*).

miques de ces animaux comparativement aux batraciens, fait

(*) Cellules et fibres musculaires. *l*, *m*, *n*, cellules musculaires d'un embryon de vache long de 15 millimètres, déjà soudées bout à bout pour la plupart et disposées en faisceaux sur les côtés des vertèbres cartilagineuses rudimentaires. Leur substance homogène à peine grenue ne montrait encore que de fines stries longitudinales sur un certain nombre d'entre elles. De *a* en *h*, faisceaux musculaires striés plus développés d'un embryon humain long de 22 millimètres. Les cellules soudées en faisceaux qui ne sont presque plus variqueux, sont encore par places hyalines transparentes (en *a*, *b*). Dans le reste de leur étendue des fibrilles donnent l'aspect strié en *d*, *d*, au centre du faisceau. Ces stries transversales sont encore à peine visibles et ne le sont pas partout. Elles se présentent d'abord avec l'aspect de petits points foncés, arrondis ou carrés, bien distincts les uns des autres, placés au même niveau ou à peu près sur une même ligne transversale; *e*, *e*, extrémités déchirées, finement filamenteuses de deux faisceaux offrant un aspect strié à peine

que durant l'évolution fœtale il n'y a pas entre les faisceaux qui naissent dans les membres, etc., et les premiers apparus sur les côtés du rachis, des différences de volume, de transparence et d'état variqueux, telles que celles que l'on constate sur les batraciens entre ceux-ci et ceux qui naissent après que les cellules du feuillet blastodermique moyen ont été épuisées.

Ce sont des cellules du feuillet moyen tout à fait semblables, au début, à celles qui forment les chevrons musculaires des batraciens et des poissons, les lames vertébrales des autres vertébrés qui se réunissent en un cylindre cardiaque plein d'abord. Sur ce cylindre ou organe cardiaque la forme polyédrique par juxtaposition et l'adhésion des cellules superficielles ou d'origine des faisceaux striés tranche sur la forme globuleuse et la facile dissociation des cellules centrales dont dérivent les hématies.

On peut, sans de trop grandes difficultés, voir sur les batraciens (grenouille, axolotl, rainette, tritons, crapaud) les cellules cardiaques superficielles présenter les phénomènes de soudure, de multiplication de leur noyau par scission absolument comme pour la production des faisceaux striés spinaux. Ainsi que Vogt et autres l'ont remarqué depuis longtemps, on constate que les contractions ont lieu ici comme pour les autres muscles alors que les cellules, bien que déjà cohérentes, sont pourtant encore séparables. Leur surface moins grenue, plus transparente que le reste de leur masse, n'offre ni paroi propre ni stries transversales; ce n'est que plus tard, alors qu'elles sont soudées et que leur substance superficielle devient striée (fig. 58, *a*, *b*, *c*, *d*) qu'on voit les faisceaux être ramifiés et anastomosés sans que jamais on puisse déceler le myolemme à leur surface. En outre, sur les batraciens, ces faisceaux restent plus longtemps que les autres chargés de granules graisseux et vitellins volumineux, rendant difficiles à voir leurs stries qui déjà sont pâles et peu nettes. Cet état granuleux existe encore après l'époque de l'éclosion.

perceptible; *f*, deux noyaux contigus et accolés dans un faisceau; *g*, *h*, deux faisceaux accolés, commençant à offrir par place des traces de fibrilles et de stries dans leur intérieur. La largeur de ce faisceau est de 3 à 6 millièmes de millimètre. Ces faisceaux renferment quelques granulations jaunâtres au centre et brillantes, foncées à la périphérie. Ils sont pris sur les côtés du dos, et y sont mêlés d'un nombre bien plus grand de faisceaux non encore striés.

Les fibres-cellules de l'intestin (fig. 59, *d*, *e*) comptent aussi



Fig. 58 (*).

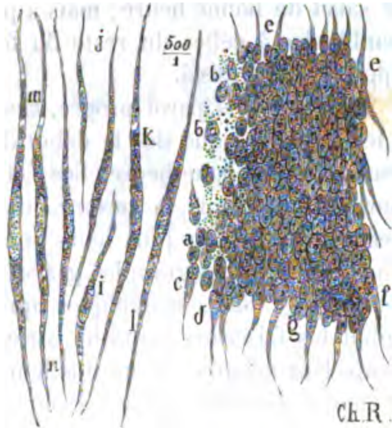


Fig. 59 (**).

parmi les éléments qui dérivent d'une modification directe de cellules du feuillet blastodermique moyen, provenant elles-mêmes, comme il a été dit plus haut, d'une manière médiate de la substance vitelline (p. 293).

(*) Faisceaux musculaires du cœur d'un embryon humain long de 16 millimètres. Il existe encore plus de cellules embryonnaires non soudées que de faisceaux en voie de développement. *a*, noyau ovoïde sans nucléole au centre de chaque faisceau unicellulaires; *a*, *b*, *c*, le noyau a 9 millièmes de millimètre de long au plus. Il y a presque toujours inégalité entre la longueur de la portion du faisceau qui est à une extrémité du noyau et celle qui est à l'autre extrémité; *b*, noyau sur lequel on voit la substance un peu plus abondante à chacune de ses deux extrémités et commençant à offrir des traces de stries transversales perpendiculaires aux lignes longitudinales; *c*, *d*, phase un peu plus avancée; les stries sont déjà plus prononcées, mais ne se présentent pourtant encore que sous forme de petits points noirâtres placés au même niveau ou à peu près sur une même ligne transversale. Les extrémités de chacun des faisceaux striés sont à cette période plus amincies et plus effilées que le milieu où est le noyau, ce qui donne à l'ensemble de l'élément la forme d'un corps ou faisceau allongé fusiforme, dont le noyau occupe la partie la plus renflée; *e*, *f*, *g*, faisceaux unicellulaires plus longs et plus foncés, à stries plus marbrées; il est ordinaire de trouver les extrémités comme filamenteuses, se prolongeant un peu au delà de la partie principale sous forme de fines fibrilles; *h*, faisceau plus grand résultant de la soudure de deux autres, offrant deux noyaux dans son épaisseur. Ces faisceaux là du reste, à part la grandeur, ont le même aspect que les autres quant aux stries transversales et aux lignes longitudinales, traces de juxtaposition des fibrilles, car la substance qui se trouve ainsi à chacune des extrémités du noyau offre l'aspect fibrillaire avant même la soudure entre eux des faisceaux unicellulaires *a*, *b*, *c*, etc.

(**) Fibres-cellules à diverses périodes de leur développement. *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, tissu du milieu de l'intestin grêle d'un embryon humain long de 19 millimètres. Il renferme une grande quantité de noyaux avec une certaine proportion de matière amorphe granuleuse interposée. Ces noyaux sont plus étroits et un peu plus allongés que les noyaux embryoplastiques du tissu des membres. Le bord péritonéal ne présentait qu'une ligne régulière et une épaisseur de 0^{mm},005 de substance transparente, à peine granuleuse, dépassant les éléments précédents et segmentée en cellules épithéliales; *a*, *b*, noyaux aux deux extrémités desquels se trouve un peu de matière amorphe, finement granuleuse, indiquant le premier degré de l'allongement des fibres-cellules; *c*, *d*, *f*, *g*, fibres-cellules pâles, homogènes, à peine granuleuses, dont on voit le noyau et une moitié, l'autre moitié étant cachée dans la masse; *e*, *i*, fibres-cellules où l'on voit en entier le noyau et les deux extrémités. *j*, *k*, *l*, *m*, *n*, fibres-cellules de la vessie d'un autre embryon long de 3 centimètres, à divers degrés d'évolution, montrant le début de l'apparition de leurs renflements ou nodosités hyalins.

Le groupement de ces cellules en couche se distinguant des groupes dorsaux par un mince espace hyalin qui les en sépare, se saisit de bonne heure; mais à part cela, elles sont d'abord semblables à celles du reste du feuillet moyen auquel elles appartiennent aussi.

Toujours sans paroi propre, ces cellules s'allongent individuellement presque dès le début de leur réunion graduelle en couches et de bonne heure elles s'effilent à leurs extrémités (*a*). Sur les batraciens, à mesure qu'a lieu ce phénomène, elles perdent de plus en plus leurs nombreux granules vitellins et plus tard les fins granules graisseux qui les accompagnent; mais les granules mélaniques qui rendent noirâtres à leur début les faisceaux primitifs striés manquent ici. En même temps leur noyau cesse graduellement d'être sphérique devient ovoïde, et bientôt de plus en plus allongé.

ARTICLE IV. — ORIGINE EMBRYONNAIRE DES HÉMATIES.

Les hématies sont aussi des éléments dont les premiers qui paraissent dérivent des cellules du feuillet blastodermique moyen; du moins ceux qui remplissent le cœur et les premiers vaisseaux qui en dérivent ont tout à fait la forme et le volume des cellules de ce feuillet. C'est ce que Schultz (1836), Schwann (1838) et surtout Prévost et Lebert (1844) avaient déjà vu. Toutefois, dès le moment où ces cellules commencent à circuler, elles offrent une teinte rosée spéciale qui tranche tant avec celle des cellules épithéliales limitant les vaisseaux qu'avec celle des tissus ambiants et des parois musculaires du cœur. Le noyau des hématies à l'état frais est en particulier, dès l'origine sphérique, non granuleux, bien plus pâle que le noyau des cellules des muscles. On voit encore que dès l'origine chaque hématie a une paroi pelliculaire propre distincte de la cavité; cela est même sur l'embryon humain (fig. 60, *e*, *h*, *n*, *z*); aussi rien de plus facile à voir que ces éléments ne sont une provenance ni des noyaux des cellules embryonnaires ou blastodermiques, ni des cellules épithéliales cardiaques, etc., contrairement à ce qui a été admis par quelques auteurs.

Les hématies remplissent complétement le conduit cardiaque et ce n'est que lorsque celui-ci commence à se contracter qu'un



Fig. 60 (*).

peu de plasma les sépare. Pendant les premiers jours de leur circulation, elles l'emportent de beaucoup en quantité sur le plasma et circulent à la suite l'une de l'autre sans cesser de se toucher, et il en est ainsi pendant deux ou trois jours au moins. Pour les poissons et les batraciens, ce fait s'observe jusqu'à l'époque où il y a plus d'hématies ovoïdo-lenticulaires qu'il n'y en a de sphériques. C'est alors aussi, c'est-à-dire plusieurs jours après l'éclosion (et sur les autres vertébrés encore à des

(*) Cellules du sang prises sur trois embryons humains longs de 3, 8 et 25 millimètres. Elles sont plus grosses (0mm,010 à 0mm,014) que chez l'adulte (0mm,07), mais de même couleur et de même forme. *a*, *a*, cellules vues de face ; *b*, *b*, cellules vues de côté, souvent une de leurs faces n'est pas déprimée, est au contraire convexe (*a*), l'autre restant concave ; *d*, les mêmes, vues après l'action de l'eau qui met en évidence le noyau sphérique qui, sur quelques-uns, n'est pas visible avant l'action de ce liquide ; *f*, hématie devenue globuleuse et framboisée comme sur l'adulte ; *e*, *h*, *n*, *z*, hématie dont la paroi pelliculaire hyaline gonflée est séparée du contenu coloré ; *i*, globule offrant deux noyaux visibles avant l'action de l'eau sur le côté de la dépression centrale, ce qui est le siége habituel ; *k*, *l*, deux cellules ovoïdes (mais non aplaties) tels qu'on en trouve quelques-uns à divers degrés d'allongement au milieu des précédents ; il y en a quelquefois de déformés en bissac. L'un (*k*) montre le noyau, l'autre n'en montre pas (*l*) ; *m*, *m*, *n*, cellules à divers degrés de plissement ou de gonflement avec dépressions ; *e*, *g*, *h*, mode de plissement plus prononcé que présentent les cellules de certains embryons plus ou moins longtemps après la mort, avec accumulation de la matière colorante en certains points et décoloration plus ou moins manifeste sur d'autres ; *o*, forme et volume normaux de certaines cellules du sang d'un embryon long de 3 millimètres, celles qui sont figurées ici avaient 0mm,017. Le noyau était visible avant l'action d'aucun agent et placé un peu sur le côté de l'élément anatomique ; *q*, *q*, *q*, cellules du sang du même embryon offrant une forme ovoïde, mais non ovale aplatie. Ils sont figurés vus de face et vus de côté ; *p*, cellule vue de face et vue de côté offrant un prolongement étroit et terminé en pointe. On en trouve de longs et d'autres très-courts, mais toujours en petit nombre et accidentels ; *r*, cellule ovoïde allongée et en même temps à surface framboisée, grenue, offrant deux prolongements semblables ; *s*, cellules sphérique et ovoïde rugueuses, framboisées ; *t*, cellule simplement dentelée à la périphérie ; *u*, *v*, cellules vues de face et de côté, à divers degrés de plissement avec dépressions et saillies dans les intervalles ; *x*, *y*, divers modes de déformation des cellules, sans plissement ni dentelures ; *z*, *w*, *w*, autres modes de déformation des cellules, par courbure sur le plat, allongement, ou enroulement de la circonférence sur l'une des faces de l'élément.

périodes correspondant à celle-ci), que se montrent les leucocytes incolores, et dès l'origine bien distincts des hématies.

C'est en effet se mettre complétement en contradiction avec l'examen embryogénique le plus élémentaire, quelles que soient les espèces de vertébrés dont il s'agisse, que de dire avec quelques auteurs que les cellules par lesquelles débutent les hématies passent d'abord à l'état de leucocytes avant d'arriver à celui de globules rouges. Il est facile, en effet, de constater sur les embryons de quelque vertébré que ce soit, que cette transition n'a pas lieu ; que les hématies existent seules pendant plusieurs jours ou plusieurs semaines, que l'apparition des leucocytes est bien plus tardive et enfin que dès leur apparition ils diffèrent des premiers, par leur forme, leur volume, leurs mouvements amiboïdes, leurs réactions, l'absence du noyau tel que celui que montrent les hématies. Les expériences et l'observation embryogénique directe prouvent du reste de la manière la plus nette que les leucocytes ne proviennent pas plus de la gemmation, de la scission prolifiante des noyaux ou du corps des cellules épithéliales, quelles qu'elles soient, que de celle des noyaux du tissu cellulaire ou conjonctif, contrairement à ce que répètent encore quelques médecins (1). Ces faits sont particulièrement évidents sur les embryons de batraciens et de reptiles qui ne montrent de rares leucocytes, mêlés aux hématies, que trois à quatre jours après l'éclosion au plus tôt (tritons) et plus ou moins tardivement d'un genre à l'autre (grenouilles).

Sur les embryons de mammifères et d'oiseaux, sur ceux spécialement aussi des batraciens anoures et des urodèles, les cellules sphériques qui représentent les premières hématies sont sensiblement colorées en jaune rougeâtre dès l'époque où les contractions cardiaques les font mouvoir. Sur les derniers de ces animaux, elles contiennent, comme les autres cellules des tissus embryonnaires de gros granules vitellins, dont la teinte jaune tranche sur le ton rougeâtre du corps cellulaire. D'autres grains plus petits les accompagnent ; les uns sont solubles dans l'acide acétique et dans l'ammoniaque, comme les

(1) Ch. Robin, voy. *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales*. Paris, 1867, article LEUCOCYTE, p. 268.

gros granules vitellins ; d'autres plus jaunes insolubles dans ces agents et de nature graisseuse, non mélaniques, y existent aussi ; on les voit doués d'un vif mouvement brownien dans l'intérieur des vaisseaux, même sur les globules arrêtés ou qui ne circulent que lentement. Ce n'est qu'après l'éclosion, lorsque l'animal atteint une longueur de 12 millimètres environ sur les grenouilles et les axolotls, et un peu plus tôt sur les tritons, les rainettes et les crapauds, que les granules vitellins diminuent de volume et de nombre, pour disparaître peu à peu en même temps que les globules deviennnent lenticulo-ovalaires, mais de petits granules graisseux y restent encore pendant plusieurs semaines en montrant un vif mouvement brownien alors que les hématies ont pris depuis longtemps une forme lenticulaire et ovalaire au lieu de la forme sphérique qu'ils avaient d'abord. Ce mouvement démontrant l'existence d'une paroi propre et d'une cavité dans les hématies se voit dans les vaisseaux de l'animal vivant dès que le cours du sang est assez lent pour pouvoir fixer un globule et sans que les larves soient plongées dans l'eau. On l'observe encore dans les globules rouges des têtards de grenouille qui ont une longueur de 20 à 25 millimètres. Il est plus vif et se constate plus tard sur les hématies les têtards d'anoures que sur ceux des urodèles dont le liquide intracellulaire est moins fluide que chez les autres batraciens. Le passage de l'état sphérique à la forme ovoïde, puis lenticulo-ovalaire plus ou moins aplatie, commence quand le têtard des grenouilles a 12 à 13 millimètres de long. Il en reste tout au plus un dixième ayant la forme sphérique quand l'animal a une longueur de 15 millimètres.

Dès leur origine, alors qu'ils se touchent tous dans le cœur des têtards de grenouille, les globules rouges larges de $0^{mm},04$ sont d'un quart environ, c'est-à-dire très-sensiblement plus petits que les cellules originelles des muscles qui forment les parois de cet organe, mais le corps cellulaire et surtout le noyau sont plus gros qu'ils ne seront plus tard ; car lorsqu'ils sont ovalaires, leur longueur est réduite à $0^{mm},03$, ou un peu moins sur les larves d'urodèles, de crapauds, de rainette ; les mêmes faits s'observent également aux périodes qui correspondent à celles-là sur les oiseaux.

La présence des granules vitellins dans les hématies embryonnaires des batraciens comme dans les autres cellules des feuillets blastodermiques montrent que ces éléments comptent parmi ceux qui dérivent directement des cellules de provenance vitelline (voy. p. 293). Toutefois, dès le début, ils se distinguent de celles-ci par un plus petit volume et par l'absence constante de granules mélaniques, qu'on retrouve pourtant dans les cellules composant les parois cardiaques, dans celles qui forment leur face interne et dans l'épithélium des vaisseaux de ces animaux, au voisinage de leur noyau surtout.

D'autre part, ce dernier fait, ainsi que leur coloration rougeâtre, toujours sensible dès leur apparition, prouve encore que ces hématies ne sont pas produites par des cellules épithéliales se détachant ou prolifiant par gemmation à la face interne de parois vasculaires, pour tomber dans la cavité sanguine et s'y transformer en globules rouges.

La présence des granules vitellins dans les hématies de têtards éclos depuis plusieurs jours, alors que ces éléments sont manifestement plus nombreux qu'ils n'étaient d'abord, la présence, longtemps encore plus tard, des fins granules graisseux qui leur succèdent sont des faits qui semblent bien prouver qu'ils se multiplient par division ou scission progressive; mais on ne peut voir directement celle-ci, quoiqu'il ait été avancé à cet égard depuis Remak. En tous cas, si la division en deux est un des modes de multiplication des hématies, ce n'est certainement pas le seul. En effet, les hématies qui dérivent de quelque autre qui vient de se diviser doivent nécessairement être aussi colorées que leur générateur direct. Or, il y a dans le sang des embryons et des adultes un assez grand nombre de ces éléments qui sont moins colorés que les autres pour qu'on ne puisse pas les considérer comme formés par scission directe de ceux qui sont plus foncés.

Ces cellules possèdent manifestement une paroi propre, très-distincte d'un contenu, assez fluide pour que le mouvement brownien des granules en suspension en soit très-vif lorsqu'ils sont encore dans les vaisseaux pendant que le sang circule, et par suite sans qu'il soit possible de considérer cette paroi cellulaire comme un produit artificiel de coagulation.

Si donc les hématies se multiplient par scission, il est certain qu'elles font exception au fait général d'après lequel le corps cellulaire sans paroi propre serait seul susceptible de segmentation (voy. p. 264).

Ces cellules comptent en outre parmi les rares éléments dont les phénomènes évolutifs s'accompagnent d'une diminution de volume du corps cellulaire et du noyau. Ce fait ne tient pas seulement à la disparition des granules vitellins et graisseux comme dans les poissons et les reptiles; car on l'observe sur tous les autres vertébrés jusque sur l'embryon humain, où même le noyau comme sur les autres mammifères disparaît complétement. Nous verrons du reste aussi un exemple de cet ordre sur les noyaux qui prennent part à la constitution de la substance cérébro-spinale.

ARTICLE V. — ORIGINE EMBRYONNAIRE DES CARTILAGES.

Sur les batraciens et les poissons, le cartilage basilaire et les premières pièces de l'appareil hyoïdien qui se montrent sont les seuls cartilages qui naissent, alors qu'il y a encore dans le corps de l'embryon des cellules du feuillet blastodermique moyen dérivant du vitellus, comme il a été indiqué plus haut (p. 293). Ils comptent parmi les organes dont le tissu se forme par juxtaposition de ces cellules. Lorsque ces cellules se groupent en amas à contour saisissable quoique peu nettement limité, elles prennent une forme polyédrique régulière. On peut constater sur des coupes du tissu durci, par sa déchirure dans ces conditions ou à l'état frais, qu'en même temps qu'a lieu cette réunion, se produit une substance fondamentale hyaline, commune à tout l'amas des cellules, qui maintient celles-ci en un seul groupe et non divisible par dédoublement intercalaire en autant de parties qu'il y a de cellules (voy. p. 358).

Malgré les apparences morphologiques dues au rapprochement de ces cellules et à la minceur des cloisons qui les séparent, sur les batraciens et les poissons, la substance propre ou fondamentale du cartilage ne représente pas des parois cellulaires soudées et épaissies, comparables à celles qui séparent les unes des autres les cavités cellulaires dans les plantes.

Dès l'époque de leur groupement pour former au bout de la notocorde le cartilage céphalique basilaire des batraciens, ces cellules perdent leurs granules vitellins et ne contiennent bientôt plus que de fines gouttelettes graisseuses ; à compter du troisième jour environ après leur réunion elles sont transparentes, ne montrent plus que leur noyau des granules grisâtres avec quelques granules graisseux. Deux à trois jours plus tard, ces derniers disparaissent eux-mêmes ; alors les cellules sont extrêmement transparentes, faciles à faire sortir des chondroplastes (1). Plusieurs des plus volumineuses se divisent alors en deux dans les chondroplastes qu'elles remplissent. On peut aussi constater que la substance fondamentale augmente sensiblement de quantité à mesure que l'animal grossit, davantage sur les oiseaux et les mammifères que sur les autres animaux ; que de plus dans certains chondroplastes elle se prolonge en minces cloisons entre les cellules qui viennent de se segmenter, ainsi que depuis longtemps Kölliker l'a décrit. Ce fait qui s'observe sur tous les vertébrés, et en particulier dans le voisinage des points d'ossification, a pour conséquences que sur ces cartilages chaque cavité ne renferme qu'une ou deux cellules, et que les chondroplastes dérivant de la sorte d'un seul d'entre eux qui s'est agrandi et cloisonné, sont souvent rangés en séries plus ou moins longues. Mais sur les mammifères ce cloisonnement cesse de se produire dans les cartilages de l'adulte et du vieillard, et alors divers chondroplastes renferment peu à peu un nombre plus ou moins grand de cellules (2).

(1) Elles ont également ces caractères dans le nodule cartilagineux du tendon d'Achille des batraciens anoures, et n'y sont séparées que par une très-faible épaisseur de substance fondamentale.

(2) C'est la généralisation de ce fait qui a fait dire à quelques auteurs anciens et modernes, que *les cartilages se développent aux dépens des cellules primordiales de l'embryon : que celles-ci se transforment en cellules de cartilage pendant qu'une substance interstitielle qu'on peut faire dériver d'une exsudation des principes constituants du sang s'interpose entre elles.* Mais nous verrons plus loin que la genèse de tous les cartilages autres que celui qui vient d'être indiqué a lieu à une époque où il n'y a plus de *cellules primordiales* ou de provenance vitelline (voy. p. 200 et 293) et que le phénomène quoique analogue au fond en ce qui concerne la production de la substance fondamentale qui réunit les cellules en un tout, diffère du précédent en ce que : 1° il y a genèse préalable de noyaux ; 2° génération de la substance fondamentale, et 3° ce n'est qu'ensuite, plus ou moins tard, que naît le corps cellulaire autour du noyau déjà englobé, naissance suivie ou non de la segmentation des cellules ainsi engendrées.

ARTICLE VI. — SUR L'ORIGINE EMBRYONNAIRE DES CHROMOBLASTES OU CHROMATOPHORES.

Rappelons d'abord que chez les reptiles, les poissons, les crustacés, etc., on trouve des granulations pigmentaires dans le névrilème, les muscles, à la surface de la peau, sous le péritoine, la moelle osseuse, etc., dans des cellules dites *chromatophores* ou *chromoblastes* (G. Pouchet). Ces cellules sont parfois assez grosses pour être apercevables à l'œil nu. Elles sont sphériques à l'état de repos, mais le plus souvent elles se présentent avec des expansions ramifiées, parfois anastomosées en voie incessante de changements, par des contractions amiboïdes. Ce sont leurs divers degrés d'expansion et de resserrement sur lesquels influent le système nerveux qui amènent les variations de teinte de divers animaux selon les conditions dans lesquelles ils se trouvent (G. Pouchet). Ces cellules commencent par être incolores, et ce n'est que peu à peu sur l'embryon que s'y produisent des granules colorés, et il y en a qui restent toujours incolores. Il y a ainsi trois sortes de cellules dans lesquelles se dépose du pigment mélanique, les cellules épithéliales, les cellules fibro-plastiques et les chromoblastes ; mais outre le pigment mélanique ces derniers peuvent contenir d'autres principes colorants, soit une matière bleue ou rouge, soit une matière jaune; ces dernières sont solubles dans l'acide acétique.

Sur les poissons, les batraciens et probablement sur les reptiles également, les chomoblastes sont les derniers éléments anatomiques qui proviennent d'une modification directe des cellules embryonnaires (voy. p. 293). On en suit bien les modifications par les côtés des muscles interapophysaires de la queue dans les poissons et les batraciens en particulier, surtout quand cet organe commence à prendre une forme aplatie. Les cellules sur les batraciens sont sphéroïdales, un peu plus petites que celles qui se sont soudées pour former les faisceaux musculaires et d'abord juxtaposées en couche sur une ou plusieurs rangées. Elles diffèrent pourtant des précédentes sur les batraciens en ce qu'au lieu de renfermer comme elles et comme les cellules

épithéliales des granulations mélaniques, elles n'en contiennent pas et ne montrent d'abord que des granules vitellins.

Avant qu'elles ne subissent les modifications évolutives qui leur font perdre leurs caractères embryonnaires, il se produit entre elles une substance complétement hyaline, demi-liquide, qui peu à peu devient même fluide sous l'influence des chromates et de l'acide chronique qui durcissent les autres éléments. On voit alors quelques fins granules grisâtres que contient cette substance doués de mouvement brownien, tandis que ceux des cellules mêmes sont immobiles. Dès que cette substance amène ces cellules à être séparées les unes des autres par un espace égal environ à leur propre diamètre, elles perdent leur forme sphérique et deviennent irrégulièrement étoilées (fig. 53, *b*, *c*, p. 303). De jour en jour on suit l'allongement, l'amincissement, la subdivision presque infinie de ces prolongements dont les ramuscules très-fins, réfractant plus fortement la lumière que la matière ambiante qu'ils traversent, et presque autant que les fines fibres élastiques s'anastomosent de manière à former plus tard un élégant réticulum de filaments d'une finesse extrême, surtout sous l'épiderme. De jour en jour aussi, en même temps que se passent ces remarquables changements de forme, il se produit de fins granules mélaniques dans le corps cellulaire et ses subdivisions ; sur les batraciens ce fait a lieu à mesure que disparaissent les granules vitellins et quelques gouttelettes huileuses que présentait la cellule et qui la rendaient jaunâtre, presque opaque sous le microscope. Ces granules mélaniques accompagnés ou non de quelques gouttelettes huileuses sont fort peu nombreux dans les chromoblastes qui restent incolores et dans ceux qui plus tard se remplissent de la matière colorante jaune soluble dans l'acide acétique. Il en est même de ceux-ci qui n'en présentent pas du tout. Ils deviennent au contraire de plus en plus abondants sur les cellules qui forment les chromoblastes noirs (voy. p. 303, fig. 53, *i*, *j*).

Pendant qu'ont lieu ces divers phénomènes et surtout l'extension des ramifications radiées des cellules, la portion de leur corps qui entoure leur noyau diminue de masse. Il en résulte que les chromoblastes incolores (fig. 55, *a*, *c*) sont sur l'animal de plusieurs semaines ou de plusieurs mois plus petits, du

tiers à la moitié, qu'ils n'étaient pendant leur état embryonnaire, et cela même lorsque les expansions précédentes sont rétractées dans l'élément redevenu ainsi momentanément sphérique. Parmi ceux qui se remplissent, soit de matière jaune,

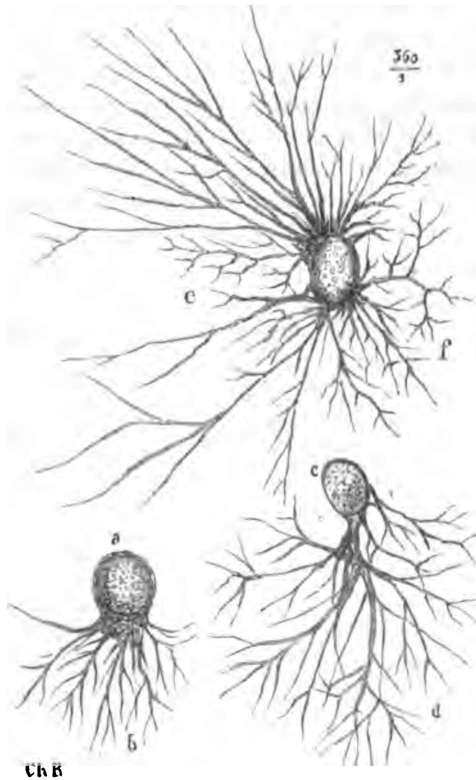


Fig. 61 (*).

soit de mélanine, les uns offrent les mêmes particularités, les autres, au contraire, deviennent graduellement énormes et bien visibles à l'œil nu; de bonne heure, le noyau, qui était sphérique, devient ovoïde, plus ou moins long, plus ou moins

(*) Chromoblastes incolores de la queue d'axolotls longs de 15 millimètres, dont le corps cellulaire et les expansions sont à divers degrés de longueur, avec de fines subdivisions de celles-ci *b, d, e, f*, qui ne sont pas encore anastomosées les unes avec les autres et s'étendent comme par infiltration lente entre les éléments ambiants. Ce sont des expansions de la substance même de tout le corps cellulaire et non du contenu au travers de la mince paroi cellulaire comme sur les leucocytes. *a, c*, corps cellulaire réduit à une très-mince couche de substance autour du noyau. *b, d, e, f*. ramifications plus ou moins subdivisées.

irrégulier, et au bout d'un mois ou deux il perd son nucléole. Dès leur apparition, ces éléments et les subdivisions de leurs expansions, quelque fines qu'elles soient, sont insolubles dans l'acide acétique.

Peu après la mort des animaux, surtout à l'état embryonnaire, le corps cellulaire et ses prolongements se creusent de nombreuses petites vacuoles sphériques (surtout dans leur réticulum sous-épidermique) qui changent notablement leur aspect. Elles sont pleines d'un liquide hyalin dans lequel les granules pigmentaires montrent un vif mouvement brownien. Ces modifications surviennent avant même qu'aient cessé les mouvements amiboïdes qui ont pour résultat l'infiltration, si l'on peut ainsi dire, des expansions de ces cellules dans les interstices qu'elles se creusent en écartant les éléments fibrillaires ou cellulaires des tissus où elles siégent (1). Nous aurons du reste à traiter plus loin de ces mouvements.

Notons ici ce fait important que, dès que ces cellules commencent à présenter les prolongements radiés qui leur font perdre leur forme sphéroïdale ou polyédrique à angles arrondis, il devient impossible de saisir une seule d'entre elles ou un seul de leurs noyaux en voie de segmentation, contrairement à ce qu'il était possible de voir avant la production des granules colorants dans leur masse.

Elles prennent au début une grande part à la formation de la membrane caudale plus ou moins transparente. Près de la notocorde (fig. 53, *a*, *b*) elles y sont même contiguës dans le principe (*e*, *e*, *f*), puis quand elles deviennent le siége d'expansions rétractiles réfractant la lumière presque aussi finement que le sont les fibres élastiques très-fines, une substance hyaline se produit entre elles, les tient écartées (*g*, *h*, *i*) et les laisse apercevoir jusque dans leurs subdivisions les plus dé-

(1) La forme étoilée à fins prolongements, anastomosés ou non, a fait prendre par quelques auteurs les chromoblastes des poissons et des têtards pour des cellules fibro-plastiques (*plasmatiques*), surtout ceux qui sont incolores. Mais les chromoblastes colorés ou non, aussi bien que leurs prolongements les plus déliés sont insolubles dans l'acide acétique qui ne modifie pas non plus leur assez fort pouvoir réfringent. Ils ne le sont également pas dans la glycérine. Le carmin colore leur noyau, un peu moins le corps cellulaire et moins encore ses prolongements; il ne teinte pas les granules vitellins ni les granules mélaniques et jaunes que ces cellules contiennent.

liées. Ces cellules perdent rapidement, et de très-bonne heure la plupart, leurs granules vitellins, en même temps leur corps, la masse qui entoure leur noyau devient plus petit et généralement plus anguleux qu'il n'était, sauf le cas de retour à l'état tout à fait sphérique par rétraction amiboïde.

Cette diminution de volume du corps cellulaire est plus prononcée dans les batraciens anoures que sur les urodèles. Non-seulement les chromoblastes deviennent plus petits sur les premiers que sur les seconds, mais ils y deviennent encore plus irréguliers. Un peu plus tard leur réplétion par des principes colorants les amène à un volume de plus en plus grand, souvent énorme, mais sans que jamais ils cessent alors de constituer des *organes unicellulaires*. Le noyau sphérique au début devient peu à peu ovoïde, et plus tard un peu moins régulier et très-sensiblement plus petit qu'il n'était. Dans la couche épidermique qui les recouvre, le noyau des cellules reste au contraire sphérique.

Ces cellules sont toujours composées d'une masse de substance hyaline accumulée autour d'un noyau sphérique ou ovoïde. C'est cette substance qui, à l'un des pôles seulement ou le plus souvent sur les deux pôles opposés, ou encore sur tous les points de la circonférence, émet les prolongements qui se subdivisent d'autant plus qu'ils s'étendent davantage entre les éléments ambiants. De l'une à l'autre de ces cellules, sur les embryons de poissons et de batraciens, ce corps cellulaire, toujours sans paroi propre, peut être réduit à une mince couche (fig. 61, *a*, *c*) entourant le noyau, ou représenter une masse plus ou moins considérable sans que celui-ci grandisse en même temps. Ainsi que Hoppe l'a depuis longtemps signalé, ces éléments sont primitivement incolores ou, pour mieux dire, dépourvus de principes colorants spéciaux. Ce n'est que peu à peu qu'ils se remplissent partiellement d'abord, puis plus ou moins, soit de granules mélaniques, soit de matière jaune (1). Il en est qui

(1) Les granules de mélanine et la zooxanthine se produisent dans les chromoblastes avant que tous les granules vitellins se soient résorbés (fig. 53, *i*, *j*). Dans plusieurs il se forme aussi une ou plusieurs gouttes huileuses qui restent en général contre le noyau pendant quelques semaines encore, alors qu'il y a déjà des principes colorants dans l'élément et dans ses prolongements. L'apparition de la zooxanthine, dans les chromotaphores où elle se produit, est plus

restent toujours incolores, avec ou sans granules graisseux; ils ressemblent alors beaucoup aux leucocytes, surtout quand ils sont à l'état de repos avec la forme sphérique, car ceux là restent toujours larges de 1 à 4 centièmes de millimètre seulement, et n'acquièrent pas les dimensions considérables que la réplétion par les principes colorants, par la mélanine sur-

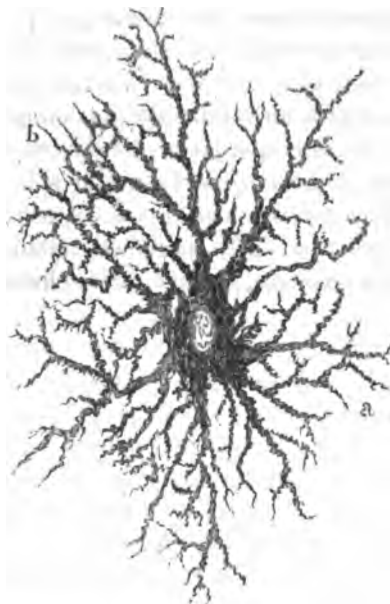


Fig. 62 (*).

tout, donne aux autres. Ils se distinguent des leucocytes parce que l'acide acétique n'attaque pas leur substance ni celle de leur noyau qui est volumineux par rapport à celui qu'on fait

tardive que celle de la mélanine. Ce n'est guère que lorsque l'animal vit en liberté depuis plus ou moins longtemps que les chromoblastes se remplissent tout à fait de matière colorante; mais il en est, surtout parmi ceux qui sont jaunes, qui restent toujours incomplétement pleins, tant sur les batraciens que sur les poissons surtout.

(*) Chromoblaste plein de granules mélaniques, isolé avec toutes ses expansions, d'un axolotl long de 15 millimètres, durci depuis quelques jours dans la solution d'acide chromique à 1 partie pour 300 d'eau. Grossi 500 fois. *a*, expansions non anastomosées; *b*, expansions soudées les unes avec les autres.

apparaître dans les leucocytes. Il ne fait que rendre celui-là un peu plus granuleux. De plus l'ammoniaque ne dissout pas leur substance comme il le fait pour les leucocytes ; il la fait se rassembler en sphères ou amas allongés, à surface mamelonnée, à contour net, réfractant assez fortement la lumière. Pendant le retrait qui leur fait prendre cette forme, les expansions abandonnent souvent une portion de leur substance avec sa matière colorante, ou avec des granules graisseux s'il s'agit de ceux qui sont incolores. On peut du reste isoler ces cellules avec leurs prolongements quand les tissus ont été durcis par les chromates ou l'acide chromique (fig. 62, *a*, *b*).

Sur les truites et les saumons les chromatophores mélaniques prédominent dans le derme à la surface surtout, et il y en a au contraire moins que de ceux qui sont incolores ou jaunes dans le tissu des organes sous-jacents. Il est même des régions de la queue, etc., dans lesquelles ces derniers existent seuls ou presque seuls.

ARTICLE VII. — ORIGINE CELLULAIRE DES ÉLÉMENTS NERVEUX.

Il est certain que l'involution longitudinale formant la gouttière ou le cylindre creux par lequel débute le système nerveux central dérive du feuillet blastodermique superficiel, et que les cellules qui le composent proviennent de la scission continue de la substance vitelline (voy. p. 293). Mais là se manifeste une particularité nouvelle comparativement aux faits jusque-là observés sur les cellules embryonnaires; elle est analogue du reste, sous plusieurs rapports, à d'autres qui seront signalées plus loin, mais n'a pas encore été décrite. Déjà nettement observable sur les mammifères et les oiseaux, elle prend un degré d'évidence remarquable sur les batraciens anoures et surtout urodèles.

Cette particularité consiste en premier lieu en ce fait, que les cellules qui composent le névraxe creux se délimitent graduellement ou en couche moyenne, tapissée : 1° à la face interne du canal central, par une rangée unique de cellules prenant les caractères d'épithélium, et 2° à sa face externe,

par une ou deux rangées de cellules poylédriques par pression réciproque, mais devenant aisément sphériques (fig. 63, *a*, *b*, *c*) même sans le contact de l'eau; celles-ci présentent une paroi propre, distincte de leur cavité, dans laquelle les plus fins granules offrent un vif mouvement brownien. Leur noyau est hyalin, sans nucléole ni granules, et volumineux par rapport au reste de la cellule. Entre ce noyau et la paroi cellulaire, sont des granules vitellins (*c*) et d'autres graisseux. Les uns et les autres se résorbent graduellement et, après l'éclosion, quand les têtards ont 15 à 20 millimètres de long, plus ou moins, selon les espèces, la plupart des cellules sont devenues transparentes, sans granules ou presque sans granules, larges de 0mm,018 à 0mm,025.

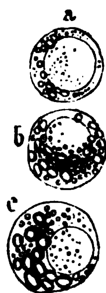


FIG. 63 (*).

On peut, sur les cellules de ces couches interne et externe, suivre du reste les phases de leur segmentation, qui amène leur augmentation de nombre et aussi leur diminution de volume, à laquelle concourt en même temps un peu la résorption de leurs granules, tant vitellins que graisseux, de teinte jaune.

Ces données accessoires établies, voyons ce dont sont le siége les cellules de la couche intermédiaire ou nerveuse proprement dite. Celle-ci est composée de cellules sphéroïdales, larges de 4 à 5 centièmes de millimètre, ne présentant jamais de paroi propre et bien plus friables que les cellules qui tapissent en dedans et en dehors la couche qu'elles forment. Elles sont, en outre, plus granuleuses que ces dernières. La substance hyaline qui tient les granules agglutinés est parfois, mais non toujours, apercevable à la périphérie de ces éléments entre les granules superficiels. Leur noyau est grisâtre par suite de la présence d'un grand nombre de granules de ce

(*) Cellules de la surface du cerveau d'un embryon de *Triton marmoratus* long de 9 millimètres et un quart, grossies 500 fois. *a*, cellule dont le corps est petit, peu granuleux, avec noyau régulier homogène sans nucléole ; *b*, cellule un peu plus grosse, avec quelques granules jaunes réfractant fortement la lumière; *c*, cellule analogue, avec granules jaunes plus volumineux. Toutes ont une paroi avec mouvement brownien à l'intérieur, tout autour du noyau qui est dans la cavité cellulaire (Ch. Robin).

genre, avec un nucléole pâle dans les anoures, tout à fait sans nucléole sur les tritons et les axolotls. En outre, tandis que les cellules des couches interne et externe descendent peu à peu au-dessous du volume qui vient d'être rappelé, celles de la couche moyenne, quoique pouvant être saisies en voie de scission, n'arrivent pas à un volume moindre que celui qui vient d'être signalé ($0^{mm},04$ à $0^{mm},05$). On peut, au contraire, constater que ces cellules retournent à des dimensions plus grandes que celles auxquelles elles sont descendues, et cela en raison d'une particularité évolutive qui n'a pas encore été signalée. Cette particularité consiste en ce que du troisième au qua-

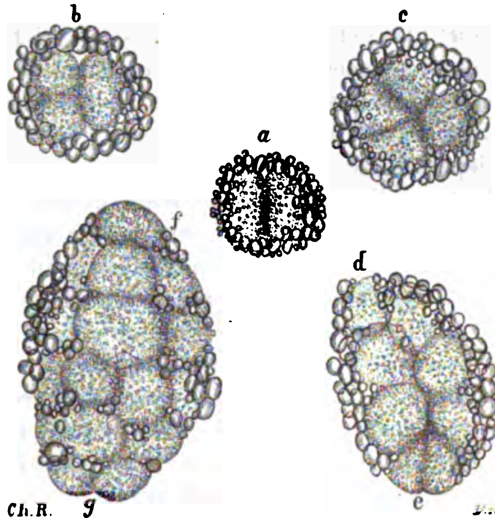


Fig. 64 (*).

trième jour après la fécondation, à compter de l'époque où l'embryon commence à se courber dans l'œuf avec différen-

(*) Cellules de l'axe cérébro-spinal, du cerveau particulièrement, d'un embryon de *Titon marmoratus*, du troisième au quatrième jour après la fécondation. Gross. 500 fois. *a*, cellule large de $0^{mm},05$, comme le sont presque toutes celles dont le noyau est unique, mais dans laquelle le noyau vient de se segmenter : *b*, cellule de même sorte distendue par les deux noyaux hypertrophiés dont l'un est en voie de subdivision ; *c*, autre cellule dans laquelle les deux noyaux segmentés ont amené à quatre le nombre de ceux ci ; *d*, *e*, cellule dans laquelle les noyaux segmentés, ou en voie de segmentation, arrivés au nombre de huit, ont repoussé les granules vitellins et forment un amas dans lequel certains d'entre eux sont à la superficie même du groupe (*e*) ; *f*, *g*, groupe de noyaux dérivant d'une même cellule, leur multiplication par scission ne laisse des granules dispersés que çà et là vers la superficie.

ciation d'un renflement céphalique et d'un amincissement caudal, le noyau de chaque cellule, l'une après l'autre, se segmente en deux (fig. 64, *a*); chacun de ces noyaux se divise ensuite en deux autres (*b*), et ainsi de suite (*c*) jusqu'à ce qu'ils forment des groupes de vingt à vingt-cinq noyaux et plus, d'aspect et de dispositions très-remarquables (*e*, *d*, *f*, *g*), qui tous restent immédiatement contigus, un peu polyédriques par pression réciproque. Dans ces groupes, les noyaux sont larges de $0^{mm},012$ à $0^{mm},014$ environ, souvent sphériques ou ovoïdes dans une portion de leur surface, à la superficie des groupes. Le noyau, quand il est encore unique dans chaque cellule, est large de $0^{mm},014$ à $0^{mm},016$, et c'est après avoir atteint un diamètre de $0^{mm},018$ et plus qu'il se divise. Du début jusqu'à la fin, ce volume est moindre de 1 à 3 centièmes de millimètre sur les anoures. Une fois la division achevée, chacun des nouveaux noyaux grandit à son tour pour se segmenter dès qu'il atteint ou dépasse la largeur ci-dessus. Cet accroissement et la scission n'ont pas lieu d'une manière simultanée sur chacun d'eux, en sorte qu'on en voit souvent des groupes de trois, cinq ou autres nombre impairs, de même qu'on en trouve également dont la segmentation est à moitié accomplie sur la surface seulement du noyau. On remarque de plus ce fait important sur les embryons pris à l'état frais, non durcis, savoir : que la scission du premier noyau vers le centre de la cellule n'est pas totale, c'est-à-dire qu'elle a lieu en laissant entière une très-mince pellicule hyaline superficielle qui, une fois la division achevée, enveloppe les deux nouveaux noyaux (fig. 65, *a*, *b*, *c*, *d*, *e*). Elle se voit seulement au niveau du sillon qu'ils laissent (*f*) entre eux deux en raison de leur forme sphéroïdale. La segmentation de ces deux noyaux continue au-dessous de cette mince et remarquable pellicule qu'ils distendent, et qui est visible autour d'eux jusqu'à ce qu'ils soient au nombre de (*g*, *h*, *i*, *j*, *p*) cinq, six ou huit; après quoi elle disparaît tout à fait (*k*, *l*).

Les solutions faibles d'acide chromique, de chromates et autres la font se resserrer sous les yeux de l'observateur, et la rendent complétement invisibles; ils empêchent absolument de la voir s'ils ont agi préalablement.

La segmentation des noyaux au-dessous d'une pellicule périphérique qu'ils font complétement disparaître quand leur nombre devenu considérable amène sa distension et sa rupture ou sa résorption, montre ici ce que nous avons déjà signalé pour certaines cellules (ovules mâles et femelles, etc.) ; c'est-à-dire que cette enveloppe, bien que ne prenant aucune part à la scission, n'est pas un empêchement à celle-ci. Elle fait voir que sous l'influence des actes énergiques de nutrition qui amènent un accroissement rapide des noyaux, etc., avec modifications de leur structure intime, les parois cellulaires se forment aussi bien qu'elles se résorbent et réciproquement (1).

Dans chacun des groupes nucléaires composés comme il vient d'être dit (p. 332), les noyaux sont contigus d'une manière tout à fait immédiate, assez fortement adhérents, sans interposition de matière ni de granules quelconques. Ils distendent ainsi le corps cellulaire sans paroi propre, et portent graduellement son diamètre jusqu'à un dixième de millimètre environ. En même temps ses granules sont écartés les uns des autres, et restent assez fortement adhérents à la surface des groupes nucléaires, dans les sillons que les noyaux superficiels laissent entre eux. Ces granules, tant vitellins que graisseux, diminuent en même temps de nombre, et alors les groupes nucléaires, dérivant chacun d'un seul noyau cellulaire, en viendraient à se toucher si la substance amorphe dont il a été question (p. 116) et qui commence à se produire alors ne s'interposait à eux.

La disparition de ces corps cellulaires formés d'un amas de granules de provenance vitelline, suite de la multiplication de leurs noyaux, commence à avoir lieu lorsque le têtard des tritons (*Triton marmoratus*, *palmipes* ou *abdominalis* et *cristatus*) a de 6 à 8 millimètres de long. De ce fait digne d'être remarqué, résulte la production d'un tissu grisâtre demi-trans-

(1) Notons spécialement encore qu'ici comme dans les muscles et dans le tissu lamineux, chacun des deux noyaux nouveaux résultant de la segmentation de quelque autre est semblable à celui-ci, sauf de légères différences de forme au début et un volume de moitié moindre environ mais non davantage. Jamais, en d'autres termes, on ne voit ces noyaux nerveux trois ou quatre fois plus petits que leurs antécédents, ni provenir des noyaux des tissus cellulaire, musculaire, etc., et *vice versa*.

parent au lieu du tissu jaunâtre que formaient les cellules. A compter de cette époque, les noyaux cessent d'être aussi adhérents dans chaque groupe, et de plus en plus ils deviennent

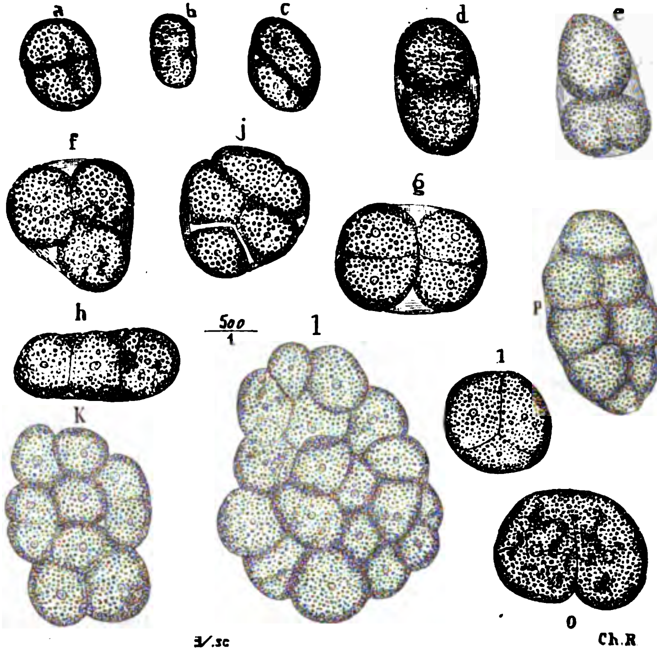


Fig. 65 (*).

libres, indépendants et sphériques. Alors qu'il n'y a plus ou presque plus de granules graisseux et vitellins, on voit entre eux ou à la surface des groupes le reste des fins granules pigmentaires qui existaient dans les cellules de provenance vitelline : mais eux-mêmes diminuent beaucoup de nombre ou disparaissent peu après l'éclosion. En même temps aussi, les noyaux que la scission continue a réduits à un volume de

(*) Noyaux (avec ou sans nucléole pâle, à peine visible) de la substance grise du cerveau d'un embryon de *Triton abdominalis* ou *palmipes*, long de 6 millimètres. De *a* à *i*, noyaux artificiellement séparés des granules vitellins qui les entouraient et montrant les phases diverses de leur segmentation qui a lieu au-dessous d'une mince pellicule hyaline (*f*, *g*) ; elle débute par un sillon à la superficie des plus gros (*e*, *o*) ; elle montre aussi leurs divers modes de superposition et de groupement (*f*, *g*, *h*, *i*, *j*, *p*,) ; *k*, *l*, groupe de noyaux dérivant du noyau unique segmenté dans une cellule, artificiellement débarrassés des quelques granules vitellins repoussés à leur surface, et arrivés à la phase de leur multiplication où la pellicule (*f*, *g*,), sous laquelle a eu lieu leur scission, a disparu et où ils forment des amas libres de myélocytes immédiatement contigus.

0^{mm},010 ou environ, deviennent sphériques et un peu plus pâles.

A compter de l'époque environ où les saillies d'origine des branchies deviennent bien apparentes, un autre phénomène important commence à se montrer vers la partie profonde des parois du cylindre creux que représente le névraxe dont le tissu s'est ainsi formé. Ce fait consiste en la production d'un mince et pâle filament (fig. 66, *b*, *c*, *d*) grisâtre à l'un des pôles de quelques-uns des noyaux ou aux deux pôles opposés de certains autres. La plupart des noyaux qui sont le centre de génération de ces cylindres-axes sont ovoïdes; ils deviennent pyriformes, comme étirés, s'ils sont unipolaires, et plus ou moins étroits et allongés, puis plus tard presque fusiformes (*l*), s'ils sont bipolaires. De jour en jour, on voit le nombre des éléments ainsi constitués augmenter, les



Fig. 66 (*).

(*) Groupes de noyaux libres ou myélocytes de la substance cérébrale d'un embryon de *Triton marmoratus*, long de 8 à 9 millim. passant à l'état de cellules multipolaires par genèse à leurs extrémités d'abord, puis autour d'eux de la substance propre des cylindres-axes. Gross. 500 fois. *a*, *b*, groupe

cylindres-axes devenir longs de un à plusieurs dixièmes de millimètre et se rendre d'un noyau à l'autre qu'ils relient ainsi directement (*j*, *l*; *i*, *k*). Pour les éléments unipolaires, le même fait a lieu encore, le cylindre-axe se bifurquant ou se trifurquant plus ou moins près de son point d'attache au noyau.

Rien de plus facile, du reste, que de saisir les mêmes faits dans la moelle, le cerveau et la rétine des embryons des mammifères (fig. 67, *a*, *b*, *c*). C'est par groupes ou faisceaux (*o*, *p*)

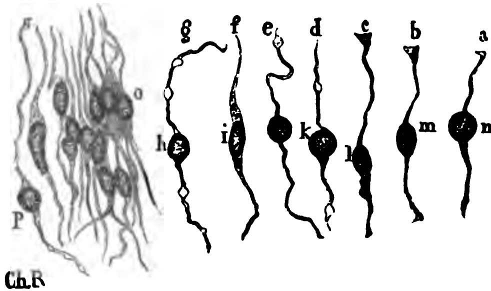


Fig. 67 (*).

que sont disposés les cylindres-axes et les noyaux qu'ils relient les uns aux autres, groupes qui ne sont jamais à la superficie même du tissu des centres nerveux.

de noyaux encore immédiatement contigus, dont un seul (*b*) montre l'apparition d'un cylindre-axe bifurqué à l'un de ses côtés qui s'est un peu allongé, ce qui rend le noyau fusiforme; *c*, *d*, *e*, autre groupe offrant des dispositions analogues, avec passage à l'état pyriforme des noyaux (*d*, *e*) sur lesquels naissent les cylindres-axes; *f*, *g*, *h*, autre groupe montrant les mêmes phases d'évolution avec un noyau offrant un cylindre-axe à chacune de ses extrémités (*g*, *h*), d'où la production de cellules bipolaires; *i*, *k*, *l*, *j*, noyaux disposés en série montrant des phases d'évolutions analogues, avec des cylindres-axes allant d'un noyau à l'autre (*i*, *k*, *l*) et des noyaux ou mieux des cellules bipolaires (*l*) effilées en fuseau, à noyau allongé.

(*) Éléments du cerveau d'un embryon humain long de 8 millimètres. Ils se composent d'un noyau (*h*, *i*, *k*, *l*, *m*, *n*) sphérique sur les uns (*k*, *n*), ovoïde plus ou moins allongé chez les autres (*i*, *l*, *m*), grisâtre, finement granuleux, dont les premiers ont de 6 à 7 millièmes de millimètre, et les autres 8 à 9 de long sur 5 à 6 de large. Ces noyaux sont grisâtres, à bord foncé, assez net, finement granuleux dans l'intérieur, mais sans nucléole. De chaque extrémité de ces éléments se détache un mince filament cylindrique, large de 1 millième de millimètre, très-pâle, flexueux, offrant chez la plupart sur son trajet un ou deux petits renflements globuleux (*g*, *c*). Quelquefois ce filament est un peu renflé en corps cellulaire à son point d'adhérence au noyau (*l*, *i*), mais il diminue brusquement de volume pour prendre la disposition filamenteuse qui vient d'être décrite. Sur plusieurs ce filament, qui est le cylinder axis, montre à son extrémité tournée vers la première un léger élargissement (*a*, *b*, *c*). L'acide acétique pâlit un peu le cylindre flexueux mais n'a aucune action sur le noyau. L'étroitesse du cylindre, sa pâleur, ses flexuosités, ne permettent pas de confondre ces éléments avec la première période de la naissance des faisceaux musculaires (fig. 57, p. 313). Lors même que le cylinder axis est un peu élargi à son point de jonction avec le noyau, il se distingue des éléments précédents par la manière plus brusque dont il se rétrécit pour prendre l'aspect de mince filament flexueux. *o*, *p*, cellules de la moelle épinière du même embryon; elles offrent la structure qui vient d'être décrite: mais elles sont disposées en groupes ou faisceaux assez serrés, avec une certaine quantité de matière amorphe finement granuleuse interposée à elles. Parmi ces cellules, les unes ont un noyau sphérique, les autres un noyau ovoïde.

Rien de plus net aussi que l'apparition de couches d'une matière amorphe, non striée ni fibrillaire, grisâtre, molle, demi-transparente, finement grenue entre les groupes fasciculés précédents, matière amorphe dont l'individualité ne saurait être niée ici. Elle ne saurait non plus être niée dans les oiseaux et les mammifères, y compris l'embryon humain, sur qui on constate sans difficultés exactement les mêmes faits aux périodes évolutives correspondantes. Cette substance n'a en effet aucun rapport génésique avec les cellules nerveuses indiquées plus haut, ni avec les cylindres-axes qu'on suit dans son épaisseur, et, fait important, sur l'homme, les autres mammifères et les oiseaux, elle apparaît, ainsi que les myélocytes dont il est ici question, plusieurs jours avant que se montrent des noyaux et des cellules fibro-plastiques dans d'autres régions du corps, plusieurs jours surtout avant que se montrent ceux de ces éléments qui composeront la pie-mère. Cette membrane en effet, ne se forme qu'à l'époque où des vaisseaux viennent pénétrer dans l'axe cérébro-spinal, au sein duquel se passent les phénomènes dont il est ici question, et avant qu'il soit vasculaire.

La substance amorphe cérébro-spinale n'offre ni les réactions, ni la translucidité, ni l'absence de granules de la matière hyaline qui est dans le tissu lamineux de la queue des têtards, etc., et ne renferme aucun noyau du tissu cellulaire ou conjonctif. Elle est nettement distincte des groupes cellulaires qu'elle sépare les uns des autres, des noyaux isolés ou encore groupés (myélocytes) et des cylindres-axes décrits plus haut.

C'est autour des cylindres-axes qui traversent cette substance amorphe, c'est à son contact par conséquent que se produit la couche de myéline qui amène ainsi ces filaments à occuper le centre du tube myélinique. C'est de ce fait que résulte en ces régions le passage du tissu cérébro-spinal de l'état gris à l'état blanc; cela est aussi en raison de ce que dans ces régions la substance amorphe n'augmente pas de quantité proportionnellement à ce qui se passe sous ce rapport pour la myéline; il en résulte que celle-là reste comme une sorte de résidu entre tous les tubes à l'état de très-minces cloisons en continuité entre elles et avec la substance du tissu nerveux gris, cloisons dans

lesquelles restent çà et là quelques noyaux qui ne sont pas devenus le centre de la génération d'un corps cellulaire (1).

Rien de plus net aussi que les différences de forme, de volume, d'état granuleux qui séparent les noyaux (myélocytes nucléaires) dont il vient d'être parlé des noyaux du tissu cellulaire ou conjonctif, avec lesquels divers auteurs allemands et leurs imitateurs français confondent avec Virchow, anatomiquement et physiquement, les myélocytes. On retrouve, du reste, ces différences dans tous les autres vertébrés, l'homme particulièrement; mais il y a dans les batraciens un ensemble de particularités qui les rendent bien plus démonstratives par leur extrême évidence.

Que maintenant on se reporte à l'examen des caractères physiques et chimiques de la substance amorphe cérébro-spinale indiqués plus haut (p. 116), on verra qu'il n'y a, en anatomie, de commises qu'un petit nombre d'erreurs de fait qui soient comparables à celle qui a conduit Virchow (et ceux qui l'ont suivi sans examen) à confondre la substance amorphe précédente (*névroglie*) avec le tissu cellulaire dit conjonctif formant la pie-mère, etc., et de plus les myélocytes, éléments nerveux, avec les noyaux dits embryoplastiques, fibro-plastiques ou du tissu cellulaire (2).

(1) Lorsqu'on a : 1° par l'acide chromique, etc., rendu la substance amorphe aussi dure ou plus dure que la myéline et que les cellules nerveuses avec leurs cylindres-axes; 2° puis coupé en tranches minces les tissus blanc ou gris du névraxe et de la rétine qui renferme aussi cette substance amorphe, on comprend d'après ce qui précède comment il se fait que si de ces coupes on enlève les tubes et les cellules nerveuses, cette substance amorphe reste (avec ou sans myélocytes dans son épaisseur) sous forme de réseau (*réticulum*, voy. p. 116-118). Mais en se reportant à ce que les choses sont dans leur état naturel, c'est-à-dire à l'état de continuité avec elle-même dans toutes les directions, que présente cette substance, on voit que l'*état réticulé* peut bien lui être donné ainsi, mais ne lui est pas naturel. Cette remarque s'applique également à ce que disent d'elle ceux qui l'appellent *substance spongieuse;* et cela d'autant plus, qu'avant son durcissement artificiel elle est notablement plus molle que les cellules et les cylindres-axes qui parcourent et remplissent les conduits de l'*éponge* qu'on suppose représentée par son ensemble.

(2) Ces particularités embryogéniques prouvent en effet péremptoirement que les noyaux appelés *myélocytes* sont bien des éléments anatomiques nerveux, c'est-à-dire des noyaux libres de nature nerveuse, comme Valentin (1837), Purkinje (1838), Hannover (1844) et moi (Ch. Robin, *Mon. des hôpit.*, Paris, 1844, in-4, n°s 108 et 124 et dans Sichel, *Iconographie ophthalmologique*, Paris, in-4, 1859, p. 574), l'avons admis, noyaux donnant naissance aux cellules nerveuses même, comme Deiters (1865) et Besser (1866) l'ont déjà indiqué. Ils parta-

Les observations embryogéniques précédentes s'appliquent aussi aux cellules nerveuses multipolaires dont le mode de croissance vient d'être indiqué et qui est encore le même sur les autres vertébrés, jusque dans l'embryon humain, ainsi que je l'ai constaté à diverses reprises. Rien de plus net que la genèse des cylindres-axes aux deux bouts des noyaux individualisés, comme il a été dit, d'abord contigus et absolument libres, c'est-à-dire sans corps cellulaire périphérique. Ces filaments semblent au début former à eux seuls le corps cellulaire qui apparaît, mais sur les animaux de plus en plus âgés, on saisit à partir du point de jonction du cylindre ou noyau un mince corps cellulaire qui le prolonge et représente d'abord une simple pellicule autour du noyau (voy. p. 68, fig. 13). Ce corps cellulaire reste ainsi en divers points de l'axe cérébrospinal et ailleurs, comme dans les faisceaux antérieurs de la moelle il devient plus épais, mais toujours sans paroi cellulaire propre autour de ce corps.

Dans l'un et l'autre cas, il se produit sur divers batraciens un ou plusieurs granules tant mélaniques que graisseux vers le point de continuation du corps cellulaire avec le cylindre-axe. Notons enfin que dans la portion du tissu nerveux central entièrement formé de myélocytes à l'état de noyaux libres, individualisés comme il a été dit, on suit la formation autour de certains d'entre eux d'un mince corps cellulaire finement grenu, grisâtre, avec ou sans quelques granules graisseux qui les fait ainsi passer à l'état de cellules complètes (myélocytes cellulaires). Quand on fait la préparation dans l'eau au lieu de la faire dans le sérum iodé ou dans la solution très-faible d'acide chromique, on voit même la superficie de ce corps cellulaire distendre en vésicule la paroi pelliculaire au bout de quelques

gent avec toutes les espèces de noyaux la propriété de se multiplier par scission, normalement et pathologiquement (voy. p. 216), mais leur forme, leur provenance embryogénique et les faits précédents les différencient sous tous les autres rapports des noyaux du tissu conjonctif ou lamineux. Ce sont pourtant bien eux qui ont été considérés par Virchow et ses imitateurs comme des *noyaux de la substance conjonctive cérébrale* ou *névroglie* ; ce sont bien ceux à propos desquels on a dit que de nombreuses expériences prouvent que, comme *ceux des autres tissus conjonctifs*, ils fournissent par *prolifération les globules du pus* dans l'encéphalite sous l'influence de *l'irritation inflammatoire suppurative* (voy. Hayem, *Sur les diverses formes de l'encéphalite*. Thèse. Paris, 1868, in-4, p. 40 et suiv.).

minutes, avec mouvement brownien vif de ceux des granules qui se sont détachés de la substance du corps cellulaire qui reste adhérent au noyau. Cette particularité, qui se retrouve encore au début de la genèse des cellules ou corps fibro-plastiques du tissu lamineux, vient montrer que le fait de l'apparition première des cellules, en tant qu'élément anatomique figuré sans paroi propre, n'est même pas un fait absolument général, et il mérite sous ce rapport d'être mis en évidence (1).

Ainsi, on voit par ce qui précède (et nous verrons bientôt que ce fait n'est pas isolé dans l'économie) que les éléments nerveux ne naissent pas comme on l'admet encore généralement, mais bien d'une manière qui est autre que ce qu'on a supposé. Les cellules du feuillet blastodermique externe de l'involution formant le névraxe en gouttière ou tube, sont bien, comme pour les autres feuillets, une provenance de la scission continue du vitellus; mais ces cellules ne passent pas par transformation directe et *totius substantiæ*, à l'état de cellules et de noyaux nerveux. C'est le noyau seul de ces cellules qui se segmente sans que le corps cellulaire participe à ce phénomène. De cette scission progressive à laquelle se prête l'accroissement rapide de tout nouveau noyau ainsi individualisé résulte la production de groupes volumineux dans lesquels ces noyaux sont absolument contigus, et en même temps s'atrophie et disparaît tout à fait, de la façon la plus nette, le corps cellulaire granuleux distendu. Une fois les groupes devenus ainsi contigus, on voit devenir libres et sphéroïdaux ceux des noyaux dont se ralentit ou cesse la segmentation. On a, de la sorte, un tissu composé de noyaux absolument libres, c'est-à-dire non entourés d'un corps cellulaire, fait aussi net que la contiguïté directe de ces noyaux dans le groupe qu'ils for-

(1) Dans les *tumeurs à myélocytes* de la rétine, dans celles provenant de la substance grise spinale ou cérébrale, dans le tissu gris œdémateux de l'encéphalite, du ramollissement cérébral, on peut voir ces cellules s'hypertrophier, souvent énormément, avec ou sans segmentation de leur noyau se produisant comme il vient d'être dit page 331. Cette segmentation du noyau sans division du corps cellulaire, qui par suite renferme deux ou un plus grand nombre de noyaux, survient aussi dans ces circonstances au sein des cellules nerveuses multipolaires. Leur nombre peut devenir tel, qu'il entraîne la distension et la destruction du corps cellulaire et ils deviennent libres, fait déjà noté par Meynert (*Ein Fall von Sprachstörung*. Wien, 1866, in-8 et fig.).

maient (p. 332). Nier ici, aussi bien qu'en d'autres points qui seront notés bientôt (p. 385), l'existence normale de noyaux libres, c'est-à-dire sans corps cellulaire périphérique, serait se mettre en contradiction avec la réalité de la manière la plus formelle pour les seuls besoins d'un système faux.

Rien de plus net encore dans le névraxe et dans les circonvolutions que la genèse ultérieure d'un corps cellulaire autour (fig. 68, *a*) de tels ou tels de ces noyaux; corps cellulaire



Fig. 68 (*).

représenté par un ou deux cylindres-axes, d'abord presque seuls, puis avec épaississement périnucléaire graduel de ce corps. On voit (alors qu'on ne saisissait rien de pareil durant les jours antécédents) et l'on apprécie bien les différences qu'il y a entre ces éléments, devenus cellulaires, et les noyaux libres ambiants qui n'en sont pas encore à cette phase évolutive.

Les jours ultérieurs de l'évolution embryonnaire permettent de suivre pas à pas la lente augmentation de volume du corps cellulaire (p. 68, fig. 13, *b*, *c*, *g*, *i*, *j*), tendant à gagner autour

(*) Cellules cérébrales groupées ou isolées prises sur un embryon de *Triton* plus avancé d'un jour environ (voy. p 335) et long de 10 millimètres ; *a*, *b*, cellules isolées à cylindres-axes bifurqués ; *c*, *d*, corps cellulaires à prolongements simples ou bifurqués naissant sur des noyaux encore immédiatement juxtaposés ; *e*, *f*, *g*, cellules unipolaires à cylindre-axe bifurqués et trifurqués ; *i*, *k* : cellules bipolaires fusiformes, à noyau allongé, à cylindres-axes simples ou bifurqués.

du noyau à partir du point d'adhérence à celui-ci ou base du cylindre-axe. Sur les batraciens, et plus ou moins tôt selon les espèces, il se produit là (fig. 13, *c*, *e*, *i*, *j*, *l*, *m*) de fins granules mélaniques, avec ou sans granules graisseux, qui tranchent, par leur coloration, sur le reste de la substance de l'élément. (Cette particularité n'a pas été rendue par le graveur, dans la figure 13, p. 68, telle que la montrait le dessin.) L'existence de ces granules n'est pas permanente ; car, au bout de quelques semaines, et plus ou moins tôt, d'une espèce à l'autre, ils disparaissent.

Rien donc de plus évident que le côté borné de la théorie qui veut soutenir, par esprit de système, avec quelques auteurs, qu'*un noyau sans protoplasma ne saurait se développer en cellule* (1).

On voit, de plus, nettement que nul des noyaux qui est devenu le centre de génération d'un corps cellulaire et de ses cylindres-axes ne continue à se segmenter, comme le font encore, au contraire, ceux des noyaux libres voisins. Ces derniers offrent inversement des exemples incontestables et faciles à suivre de noyaux existant et se multipliant indépendamment de toute possession d'un corps cellulaire autour d'eux.

Ainsi, ni le noyau ni le corps des cellules nerveuses uni- ou multipolaires ne se segmentent pour produire d'autres cellules.

(1) Les faits embryogéniques précédents et ceux qui, tout à fait analogues, s'observent sur les embryons humains et autres, démontrent de la manière la plus formelle les faits suivants, savoir : 1° que les cylindres-axes des cellules cérébro-spinales sont bien des prolongements de la substance même de leur corps cellulaire ; 2° qu'ils ne sont pas une provenance de celle du noyau, non plus que de celle du nucléole, contrairement à ce que divers auteurs ont cherché à démontrer depuis C. Harless (*Ueber die Ganglienkugeln der Lobi electrici von Torpedo Galvanii,* in Archiv für Anat. und Physiol., Berlin, 1846, p. 287, pl. X, fig. 1, 3, 4, 5, 7, 8 et 9) ; 3° que l'état finement strié en long, que les larges cylindres-axes acquièrent peu à peu, bien décrit depuis M. Schultze, n'est qu'une striation et n'indique pas que ces filaments soient des faisceaux formés par de nombreuses et fines fibrilles. Du reste la similitude de la striation transversale dans le corps des cellules nerveuses et dans les cylindres-axes qui en partent (Frohmann, Graudry) sous l'influence de la solution d'azotate d'argent, vient aussi à l'appui des données embryogéniques comme preuve de l'exactitude de ces deux dernières conclusions ; 4° que les *myélocytes* ne sont point des *noyaux du tissu cellulaire*, et que, contrairement à l'opinion de Virchow, ce sont des éléments nerveux préexistant aux cellules nerveuses qui en dérivent, ainsi que Luys, le premier, l'a avancé (*Système nerveux cérébro-spinal.* Paris, 1865, in-8, p. 13 et atlas). Voyez aussi Ch. Robin, *Dictionn. encyclop. des sc. méd.*, 1872, art. CELLULE, p. 642.

Nous voyons, en définitive, que, pour les premiers des éléments nerveux qui se produisent dans l'économie, le corps des cellules sans paroi, de provenance vitelline (p. 293), disparaît à mesure que leur unique noyau s'individualise par segmentation continue et donne lieu au début à la formation d'autant de groupes nucléaires qu'il y a de cellules. En raison de cette origine de chacun de ces noyaux, on peut dire, il est vrai, qu'en fait ils dérivent du vitellus, puisqu'en remontant le cours de la segmentation on arrive pour tous les éléments du blastoderme jusqu'à la première division en deux du noyau vitellin. Mais, fait important, ce noyau lui-même est apparu par genèse au sein du vitellus fécondé (voy. p. 177). Quant à ses dérivés intra-nerveux de l'individualisation graduelle desquels il vient d'être question, nous voyons comment certains d'entre eux passent de l'état libre à l'état de centre cellulaire. C'est par genèse autour de chacun d'eux ou à partir d'eux comme centre d'une substance douée de réactions, et autres caractères, différents des leurs. Cette substance compose la partie essentielle de la cellule, du moins au point de vue de ce qui rend effectif le rôle des éléments nerveux, sous le rapport de l'élaboration et de la transmission ; elle ne dérive pas d'un corps cellulaire périnucléaire préexistant à son allongement en cylindre-axe, et une fois que la genèse a déterminé ainsi l'apparition d'autant de cellules nerveuses qu'il y a de noyaux, le noyau ainsi inclus ne se segmente plus (en dehors des conditions morbides indiquées page 340, en note), et son corps cellulaire périphérique ne se divise jamais (1).

La non-multiplication par segmentation des cellules nerveuses multipolaires (fig. 69) se joint par conséquent aux données de l'observation directe pour forcer de reconnaître que ce n'est pas par prolification de ce genre, ni par transfor-

(1) Notons dès à présent qu'il en est ainsi pour toutes les cellules qui sont un centre d'évolution des éléments fibrillaires, et que c'est d'une manière analogue à celle qui vient d'être décrite que tous naissent et se développent, c'est-à-dire autour de tel ou tel noyau apparu lui-même par genèse ou dérivant de quelqu'un ainsi né, et en ayant produit d'autres par suite de son accroissement et de la segmentation continue (voy. p. 346). Tels sont, par exemple, les cellules fibro-plastiques ou lamineuses et leurs dépendances fibrillaires ainsi que les cellules dont dérivent les fibres élastiques ; nous aurons du reste à parler des unes et des autres ci-après. Pour les cas morbides, voyez page 220.

mation des cellules sphéroïdales provenant directement du vitellus que se produisent celles qui apparaissent plus tard, pendant la génération et l'accroissement du système nerveux central et périphérique, alors que depuis longtemps il ne reste

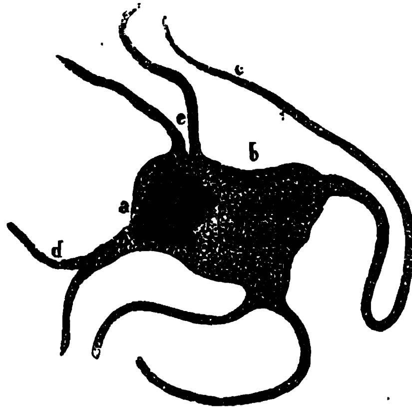


Fig. 69 (*).

plus des cellules de provenance vitelline (*cellules primordiales* de quelques auteurs; voy. p. 200), et que ces cellules, non plus que toutes autres, n'ont jamais eu de la myéline pour contenu.

On voit donc que la myéline n'est aucunement un dérivé cellulaire, un contenu cellulaire étalé en longueur. En effet, elle ne se prolonge autour d'aucun corps cellulaire des nerfs, et ne représente qu'une gaîne demi-liquide et encore seulement pour une partie de ceux-ci, puisqu'elle manque autour de ceux qui sont plongés dans la substance grise (voy. p. 337). En outre, elle n'est circonscrite par l'enveloppe propre des tubes que dans les faisceaux sortis des centres nerveux. En effet : 1° dans les centres, elle se produit simplement autour de certains des cylindres-axes allant d'une cellule multipolaire à l'autre, mais non dans une cavité cellulaire; 2° dans les nerfs périphériques elle se produit encore autour du cylindre-axe qui remplit chacun des tubes indiqués plus loin, mais tar-

(*) Cellule multipolaire du corps strié de l'homme. Grossie 500 fois. *a*, groupes de granules dun jaune rougeâtre placés sur le côté du noyau; *b*, *c*, deux cylindres-axes se détachant sur le côté d'e la cellule; *d*, bifurcation d'un cylindre-axe; *e*, cylindre-axe se prolongeant en s'effilant.

divement, entre celui-là et la paroi qu'elle distend (laquelle n'est qu'un tube multicellulaire, ainsi que nous le verrons), et cela sans jamais s'étendre entre le corps cellulaire nerveux et sa paroi (multicellulaire aussi) dans les ganglions périphériques.

Cette matière, dont la production fait passer de l'état gris à l'état blanc le tissu nerveux embryonnaire, ne saurait, à aucun titre, être considérée comme due à une sécrétion de la paroi propre des tubes nerveux ou de ses noyaux dans le névraxe, puisque cette paroi propre manque autour de ces tubes (1). Cette matière est de composition immédiate complexe, car elle ne renferme que de 22 à 25 p. 100 de principes graisseux proprement dits dans la substance blanche centrale et dans les nerfs périphériques. Aussi sa production ne peut être envisagée que comme le résultat d'un fait de genèse de même ordre que celui qui amène l'apparition de la substance amorphe cérébrale (p. 337) et que ceux dont il a déjà été question.

Les faits qui viennent d'être exposés montrent déjà dans quel sens sont ou insuffisantes ou inexactes les théories absolues qui font provenir dans l'économie tous les éléments d'une transformation des cellules embryonnaires, ou d'une cellule regardée comme un type originel uniforme, aussi bien que

(1) Parmi certaines vues hypothétiques qui, sans aucune preuve quelconque, se répandent parfois, une des plus singulière est celle (voy. A. Laveran, *Sur la régénération des nerfs*. Strasbourg, 1868, in-4, et *Journ. d'anat. et de physiol.*, 1868) qui consiste, d'une part, à considérer la myéline comme un produit de sécrétion, et, d'autre part, à regarder, comme des organes de sécrétion, certains noyaux (tels que ceux de la paroi propre des tubes nerveux périphériques, par exemple), sans donner aucune des raisons qui font que certains autres sont privés de cet usage. C'est déjà montrer des idées peu nettes sur ce que sont les actes et les produits de sécrétion que de considérer la myéline comme étant une matière sécrétée; mais, ce que l'on comprend moins encore, c'est: 1° de voir supposer que les noyaux de la paroi sécrètent la myéline par masses isolées, et que c'est à cela que les tubes nouveaux devraient leurs varicosités, alors qu'il y en a tant qui ne sont pas variqueux; 2° c'est de voir de tels usages attribués à ces noyaux, alors que des cellules ganglionnaires périphériques, dont la paroi est si riche en noyaux, restent dépourvues de cette myéline, alors surtout que les tubes nerveux céphalo-rachidiens, qui ne manquent pas de myéline, manquent précisément de la paroi ou gaîne précédente qui est propre aux tubes nerveux périphériques (voy. Ch. Robin, *Journ. d'anat. et de physiol.* Paris, 1868, in-8, p. 320). C'est plus loin que nous aurons à traiter du mode de génération et de développement des cellules et des tubes des nerfs périphériques.

celles qui considèrent toute paroi cellulaire comme une partie de production sénile ou rétrograde. D'une part, en effet, il y a véritable genèse intra-vitelline du *noyau vitellin* (p. 177), dont dérivent par scission continue les noyaux des cellules de segmentation ou blastodermiques. D'autre part, nous venons de voir des exemples incontestables de noyaux intra-cellulaires se multipliant par division, amenant la disparition du corps cellulaire ambiant, et, une fois devenus libres, servant de centre à une genèse réelle d'un corps cellulaire et de ses dépendances qui subissent ensuite telles ou telles modifications évolutives intérieures (1).

Ces faits et ceux qui concernent la matière amorphe cérébrale sont, il est vrai, tirés de l'embryogénie des batraciens. Mais on n'est cependant pas libre de ne point en tenir compte, alors qu'on saisit les mêmes particularités, d'une façon tout aussi manifeste sur les poissons, les oiseaux et les mammifères, y compris l'embryon humain, surtout en ce qui touche ces éléments nerveux, la matière amorphe qui les accompagne, l'apparition des fibres lamineuses, élastiques, etc.

CHAPITRE VIII

DE LA GENÈSE DES ÉLÉMENTS ANATOMIQUES PERMANENTS, ALORS QU'IL N'EXISTE PLUS DE CELLULES BLASTODERMIQUES.

Toutes les cellules de provenance vitelline (*cellules primordiales* de quelques auteurs, voy. p. 293) passent graduellement, comme on l'a successivement indiqué, telles à l'état de cellules épithéliales (p. 296), telles à l'état de cellules de la

(1) Nous verrons dans le chapitre suivant qu'il n'y a pas que les cellules nerveuses et leurs cylindres-axes qui naissent ainsi autour d'un noyau comme *centre de génération*, phénomène qui en se continuant amène la production des prolongements cellulaires en forme de fibres, etc. Les fibres lamineuses, élastiques, etc., nous offrirons des exemples de ce genre. Sur la théorie du rôle des noyaux comme *centres de génération* dont les exemples particuliers principaux sont exposés dans ce livre, voy. Littré et Ch. Robin, *Dict. de médecine*, 11[e] édit., 1858 ; 12[e] édit., 1865, et 13[e] édit., 1873, article GENÈSE. Voy. aussi Ch. Robin, *Sur la naissance des éléments anatomiques* (Journal d'anatomie et de physiologie. Paris, 1864, in-8, p. 160 et suiv.).

notocorde (p. 302), telles autres à l'état de cellules cartilagineuses (p. 321), de faisceaux striés musculaires et de fibres-cellules (p. 305 et suiv.), de myélocytes (voy. p. 331), etc. Mais bien que, tant qu'il reste à l'état de cellules des éléments de cette provenance, on les voie se multiplier par segmentation, toutes ces cellules blastodermiques ou embryonnaires sont épuisées en passant de la sorte à l'état de parties offrant les caractères d'*éléments permanents* bien avant l'achèvement de l'accroissement total, avant même celui de la période fœtale. Ceux de ces éléments définitifs qui conservent l'état cellulaire pendant toute leur existence et qui continuent plus ou moins longtemps à se multiplier par scission (p. 298), produisent alors des cellules dont chacune est tout de suite semblable à celle dont elle provient et non à ce que cette dernière était lorsqu'elle était cellule embryonnaire ou blastodermique; c'est ce dont la notocorde, les cartilages, etc., fournissent des exemples. Quant aux autres, tels que ceux qui forment les faisceaux musculaires striés, les fibres-cellules même, les fibres nerveuses, etc., ils ont, en évoluant, pris des caractères qui les éloignent tellement de l'état cellulaire primitif qu'ils ne se prêtent plus à la reproduction par segmentation. Or, quand les cellules embryonnaires ont toutes été utilisées en passant chacune à l'état d'éléments permanents, la totalité de ces derniers qu'on trouve ultérieurement dans l'économie n'existe pas encore.

L'agrandissement des faisceaux musculaires striés, des éléments nerveux, etc., ainsi apparus, ne suffit pas seul à l'accroissement de l'individu entre ceux-ci ; on en voit naître et se développer d'autres pendant longtemps encore, dans chaque muscle, nerf, etc. Or ce ne sont pas ces faisceaux striés, ces tubes nerveux plus ou moins développés déjà qui en produisent directement de semblables à eux; leur substance ne donne pas non plus par gemmation, ni par segmentation prolifiante des cellules qui arriveraient à l'état de faisceaux striés, etc., par suite de modifications évolutives telles que celles qui ont eu lieu durant l'âge blastodermique ou embryonnaire proprement dit (p. 307).

Ce ne sont point non plus les éléments de ces muscles, nerfs, cartilages, etc., déjà existants, qui produisent ceux des organes

homonymes qui se montrent bien plus tard encore dans d'autres régions, après qu'il n'y a plus de cellules de provenance vitelline. Ce fait qui est des plus manifestes dans tous les vertébrés, etc., est surtout frappant durant l'accroissement des poissons. Il l'est particulièrement lors de l'apparition des membres des batraciens dont les premiers rudiments microscopiques se montrent sur les têtards, longs de 16 à 18 millimètres, du trentième au trente-deuxième jour après la fécondation pour les grenouilles, c'est-à-dire quinze jours au moins après l'époque où il n'y a plus trace de cellules de provenance vitelline (p. 293).

Il est certain que ce n'est pas par une scission prolifiante des éléments cartilagineux de la colonne vertébrale, pas plus que de cellules de provenance vitelline qui seraient restées en réserve (1) que naissent les cartilages, les muscles, et autres éléments des membres. Nous savons que ce n'est pas par une transformation des cellules du tissu lamineux qu'ils se développent ; on peut le constater particulièrement, d'une manière directe, sur la queue des poissons où l'on voit naître avant les corps vertébraux les apophyses ou arêtes cartilagineuses de la queue,

(1) La plupart, sinon tous les embryogénistes et les histologistes, traitent ces questions sans se préoccuper de déterminer où, quand, et comment naissent les éléments anatomiques qui s'ajoutent aux premiers apparus dans l'embryon ; ou bien ils se bornent à dire implicitement ou formellement que partout et en tout temps les fibres musculaires, nerveuses, etc., *naissent de cellules embryonnaires* (*cellules primordiales* ou *primitives* de quelques auteurs). Comme cela n'est certainement pas, si par *cellules embryonnaires* on entend, comme de droit, les *cellules de provenance vitelline* ou des feuillets du blastoderme, de l'*aire* ou *tache embryonnaire* en particulier, on comprendra aisément combien il importe d'insister sur les données contenues dans ce chapitre. On sait que beaucoup de médecins ne tenant pas compte de ces données logiques, familières aux embryogénistes, appellent *cellules embryonnaires :* 1° les leucocytes et les médullocelles d'après l'hypothèse, dont la validité n'est nullement démontrée, qui veut que ces cellules peuvent se transformer en hématies, fibres de diverses espèces, épithéliums, etc. ; 2° les cellules épithéliales récemment individualisées, encore petites, surtout lorsqu'elles sont devenues sphéroïdales après isolement anatomique (voy. p. 208), qui elles-mêmes pourraient devenir des cellules fibro-plastiques, etc., dans certains cas morbides ; 3° les cellules du cartilage, les cellules fibro-plastiques, nerveuses, et autres récemment nées, non encore complétement développées, surtout quand elles n'ont pas encore leurs prolongements fibrillaires, etc. Mais encore celles-ci ne sauraient sans erreur être dites *cellules embryonnaires* d'une manière indéterminée ; tout au moins devrait-on dire cellules cartilagineuse, nerveuse, fibro-plastique *à l'état embryonnaire*, c'est-à-dire encore en voie d'évolution.

alors qu'il n'y a plus de cellules de provenance vitelline, où il n'y a pas encore trace de tissu lamineux et alors qu'au-dessous de l'épiderme il n'y a que les muscles, les chromoblastes, les vaisseaux et la notocorde sans corps vertébraux. Sur les batraciens, il n'y a également plus de cellules blastodermiques et il n'y a pas encore de tendons, ni d'autres éléments du tissu lamineux, quand naissent avant les corps vertébraux les apophyses cartilagineuses dans les minces intersections musculaires dorsales; les intersections des muscles de la queue sont seules déjà devenues tendineuses.

Mais en outre, sur les poissons et les batraciens, il est facile de constater que c'est à une époque où depuis plusieurs jours il n'existe plus de cellules de provenance vitelline dans le corps de l'embryon (la vésicule ombilico-intestinale exceptée) que se montrent les premières fibres lamineuses et élastiques, les premières fibres nerveuses périphériques et les premiers leucocytes dans le sang. On peut constater ce même fait sur les oiseaux et sur les mammifères d'une manière aussi péremptoire bien que moins aisément.

C'est en particulier plus de huit et dix jours après qu'on a pu suivre le cours du sang dans les vaisseaux pleins de globules rouges seulement, qu'on voit sur les poissons et les batraciens se montrer les leucocytes. On observe ce même fait aussi nettement sur les oiseaux. Dès l'origine, ils se montrent sphériques, incolores, plus petits que les hématies et avec leurs réactions et autres caractères distinctifs propres. Ce fait est des plus frappants sur les axolotls, les tritons et les autres batraciens (*Rana viridis et temporaria*, *Hyla arborea*), en raison de ce que les leucocytes à fines granulations grisâtres, immobiles dans leur épaisseur, sans granules graisseux ni vitellins, se produisent parmi les globules rouges; et l'on ne saurait les considérer comme une provenance directe (par segmentation) des hématies, car ceux-ci renferment encore beaucoup de ces granules jaunâtres dont les moins gros sont doués d'un vif mouvement brownien dans leur cavité. Ce n'est, au contraire, qu'après plusieurs minutes de contact avec l'eau que les granules des leucocytes présentent ces mouvements. De plus, l'acide acétique ne montre qu'un noyau dans les hé-

maties et en fait apparaître de deux à trois sous les yeux de l'observateur dans les leucocytes. Leurs réactions, leur épaisseur, les expansions amibiformes qu'ils montrent dès leur apparition les distinguent tellement des cellules épithéliales limitant les capillaires, qu'on ne saurait les considérer comme dérivant de ces cellules par gemmation ; gemmation qui a été supposée, mais qu'on n'observe du reste jamais ici.

Sur ces mêmes animaux on peut suivre pas à pas en quelque sorte l'apparition des fibres tendineuses et les voir étendues d'un bout des faisceaux striés à celui des faisceaux qui sont au-dessus dans les intersections hyalines qui séparent les chevrons musculaires de la queue. Ces fibres naissent dans ces intersections qui jusque-là étaient minces, complétement dépourvues de cellules et de noyaux quelconques, uniquement composées d'une substance tout à fait hyaline, quand les têtards de grenouilles et de crapauds ont de 14 à 15 millimètres de long au moins (voy. p. 305).

Or il est aisé de constater que ce ne sont pas les faisceaux striés des muscles qui par gemmation prolifiante, etc., produisent les cellules dont ces fibres tendineuses, intermusculaires, sont des prolongements, pas plus qu'ils ne produisent directement ces fibres avec leurs caractères de fins filaments hyalins.

C'est encore seulement dans les jours qui suivent qu'on saisit la génération des fibres lamineuses, puis des chromoblastes, soit à la surface des muscles de ces animaux, soit dans leur interstices ; car jusque-là leurs faisceaux striés étaient directement contigus les uns aux autres. Ajoutons pour plus de détails qu'il est on ne peut plus facile de voir que les intersections musculaires depuis leur première apparition (voy. p. 305) entre les groupes de cellules embryonnaires sur les côtés de la notocorde, ne sont jamais formées par des cellules, n'en renferment jamais, jusqu'au moment où y naissent les fibres tendineuses sur les batraciens, les arêtes cartilagineuses sur les poissons.

Les phases de la génération des fibres seront décrites ci-après. Disons seulement que, sauf un volume un peu plus grand des noyaux, ces éléments ne diffèrent pas sur les batraciens et les poissons cités ici de ceux de même espèce pris sur les autres vertébrés. En même temps que se produisent ces fibres, s'élar-

gissent beaucoup les intersections jusque-là homogènes, qu'elles font passer de l'état hyalin à l'état nettement fibrillaire tendineux, bien visible sur l'animal vivant. Il faut de trois à quatre jours pour que le développement de ces fibres ait lieu et amène dans les intersections musculaires les changements qui viennent d'être indiqués. En d'autres termes, il est certain : 1° que parmi les éléments qu'on voit apparaître successivement pendant la durée de l'évolution de chaque animal, il y en a qui ne dérivent pas des cellules de provenance vitelline (telles sont les fibres élastiques, les cellules osseuses, celles de la moelle des os, etc.) ; 2° qu'après les premiers des éléments qui ont cette provenance, comme les faisceaux striés des premiers muscles, les premiers cartilages, les premiers chromoblastes tégumentaires, il en naît de semblables qui apparaissent sans dériver de la substance de ceux-là et forment des organes qui jusque-là n'existaient pas, alors qu'il n'y a plus de cellules embryonnaires (voy. p. 353 et 381) ; car les éléments de ces organes nouveaux, cartilagineux, musculaires, nerveux, etc., ne résultent pas d'une prolification par segmentation, ni par gemmation cellulaire des éléments de même espèce qu'eux existant avant eux dans l'embryon.

Il resterait donc simplement à savoir si ce sont les noyaux ou les cellules du tissu lamineux qui prolifieraient pour se transformer individuellement (ainsi que l'admettent implicitement ou explicitement quelques médecins), et devenir des éléments dissemblables, tels que faisceaux striés musculaires, fibres-cellules, tubes nerveux, cellules du cartilage, etc., à la manière de ce que font telles et telles des cellules de provenance vitelline, tant qu'il y a de ces cellules. Mais l'observation montre que ces divers éléments ne sont pas une transformation de ceux du tissu lamineux, et que ces derniers (apparaissant, dans les batraciens et les poissons du moins, alors qu'il n'y a plus de cellules embryonnaires) ne sont également pas une provenance directe des cartilages, des faisceaux striés, etc., qui les précèdent et autour ou entre lesquels ils naissent.

Signalons comme exemple qu'il est certain, en particulier, que le système nerveux central est formé par involution des cellules du feuillet blastodermique superficiel (p. 200). Les noyaux

de ces cellules, par segmentation ultérieure, deviennent les myélocytes, centre de génération des cellules nerveuses du tissu gris central ; plusieurs fascicules de leurs cylindres-axes, entourés de myéline, vont sur les côtés de la moelle épinière joindre ceux des nerfs périphériques pour former les racines antérieures et postérieures des diverses paires nerveuses. Mais il est un autre fait qui n'est pas moins certain, c'est que les cellules des ganglions rachidiens et sympathiques, ainsi que leurs noyaux, et celles qui sont groupées ou disséminées dans la peau et les muqueuses ne sont pas des éléments faits dans la moelle pour être portés ou poussés jusque dans ces organes par des cylindres-axes, qui de ce centre s'allongeraient au sein des tissus dérivés du feuillet blastodermique moyen, et deviendraient ainsi extra-médullaires. En effet, lors de l'apparition embryonnaire des ganglions rachidiens et sympathiques, on voit nettement que les cellules nerveuses de la moelle épinière et leurs noyaux sont plus gros et plus grenus que les cellules ganglionnaires périphériques et que leurs noyaux ; qu'ils sont plus gros aussi que les noyaux libres servant ici de centre à la genèse du corps cellulaire multipolaire, de la même manière que dans le cerveau. Ceux-là ne peuvent à aucun titre être considérés comme une provenance substantielle directe des autres, et bien que les toutes premières phases de l'apparition de leurs noyaux ne soient pas encore très-nettement saisies, on ne saurait douter que c'est par genèse que se produisent ici les noyaux, aussi bien que le corps cellulaire multipolaire, comme lors de la génération des éléments dont il va être question dans l'article suivant.

ARTICLE PREMIER. — SUR LA GÉNÉRATION DU TISSU DES MEMBRES EN GÉNÉRAL.

Rien de plus démonstratif, eu égard aux faits précédemment exposés, que ce qui se passe lors de l'apparition des membres des têtards de batraciens (axolotl, tritons, crapauds (*Bombinator*, *Alytes*, *Bufo*); rainette (*Hyla arborea*); grenouilles (*Rana viridis et temporaria*), etc.) alors que les phénomènes embryonnaires de cet ordre étaient suspendus depuis une à

plusieurs semaines et peuvent être retardés plus encore en plaçant expérimentalement l'animal dans de mauvaises conditions de nourriture, de lumière et de température.

On voit ici dans le tissu lamineux fibrillaire cutané et toujours à l'extrémité d'un faisceau nerveux assez gros et bien reconnaissable se produire un petit organe à surface nette, lisse, à sommet conoïde, à base mousse, appendue au nerf. On en saisit la présence dès qu'il est large et long de 5 à 6 centièmes de millimètre et l'on peut presque compter les éléments, tous de même espèce au début, qui le composent. Il se montre sur les Grenouilles (*Rana temporaria*) du vingt-huitième au trentième jour après la fécondation, alors que les têtards sont de 16 à 18 millimètres de long et en même temps pour les deux paires de membres. Avant son apparition, il est impossible de trouver ici des éléments analogues aux cellules blastodermiques qui pourraient être restées comme *cellules d'attente* et jusque-là *indifférentes* pour repasser à l'état de noyaux tels que ceux qui forment cet organe, puis de nouveau à l'état de cellules cartalagineuses et autres. Dès son origine, ses éléments sont hyalins, sans granules vitellins et graisseux et ne sont pas mélangés de cellules blastodermiques. Contigu à la face profonde de l'épiderme, cet organe se coiffe d'une couche à une puis à deux rangées des cellules épithéliales polyédriques molles de ce dernier, qui sont incolores d'abord, puis présentent plus tard des granules mélaniques; ces granules se montrent sur le membre postérieur quelques jours avant de se produire sur l'antérieur qui est plus petit, malgré que tous deux apparaissent en même temps. Toutefois les moignons postérieurs soulèvent l'épiderme et font saillie à la surface de la peau dès leur origine; ils s'allongent graduellement en restant appliqués contre la queue sans jamais être inclus sous la peau comme le sont au contraire ceux des membres antérieurs jusqu'au quatre-vingtième ou au quatre-vingt-dixième jour sur les grenouilles.

La croissance de ce moignon se produit comme si elle avait lieu par allongement de sa base ou racine du membre du côté de l'axe vertébral, le sommet restant mobile sous le mince tégument qu'il ne soulève que plusieurs jours plus tard et

avec lequel il est en continuité dès l'origine par une mince pellicule et par l'épiderme, ainsi qu'il vient d'être dit. Quel que soit son allongement, le capuchon épidermique sus-indiqué reste en effet toujours relié à la face profonde de l'épiderme cutané parce que le feuillet qui tapisse *tout le moignon*, moins sa racine (que pénètre le nerf), se replie là pour revenir sur lui-même rejoindre l'épiderme cutané; il forme ainsi une poche logeant tout l'organe nouveau, moins la base à l'égard de laquelle le nerf forme une sorte de pédicule. Dès l'origine aussi de ces moignons brachiaux, puis graduellement pendant toute leur évolution, la superficie de leur tissu propre est coiffée (de la même manière que par l'épiderme précédent), par un capuchon que fournit la mince pellicule hyaline (insoluble dans l'ammoniaque tandis que le tissu sous-jacent est soluble) qui, sur ces animaux, forme la surface même du derme et à laquelle adhère l'épiderme. De là vient la netteté de la surface de délimitation de l'organe ainsi que sa mobilité par glissement dès son apparition; de là aussi sa rénitence, tandis que son tissu propre, très-mou au début, s'écrase et s'écoule en quelque sorte dès que cette pellicule tenace est rompue.

Quant au tissu du moignon, il a, de part et d'autre, la mollesse, la transparence, la rénitence et l'aspect dit *muqueux* ou *colloïde* du tissu lamineux embryonnaire qui forme les moignons originels des membres des autres vertébrés, ainsi que les moignons de régénération de ces parties sur les reptiles, les batraciens et les crustacés. Comme ce dernier tissu, il est composé de noyaux sphériques tout à fait hyalins, larges d'abord de 3 à 5 millièmes de millimètre, sans nucléole, mais acquérant bientôt un diamètre de 0^{mm},008 à 0^{mm},009 et montrant alors un à deux nucléoles. Pendant toute la durée du développement, il en reste des petits (ayant les caractères dits de *cytoblastions*, p. 385) mêlés à ces derniers; mais, ni au début ni plus tard, il n'y a parmi eux des cellules grenues analogues à celles du blastoderme. Tous les agents coagulants et durcissants réduisent d'un quart à la moitié le volume de ces noyaux et en changent notablement l'aspect en les rendant grenus et grisâtres. Mais les chromates et l'acide chromique ne séparent pas leur contenu de la paroi extérieure comme sur les noyaux

de la substance grise nerveuse et sur ceux des muscles (voy. p. 68, fig. 13). Rien donc de plus facile que de distinguer ces éléments des myélocytes et autres. Dès l'époque où le membre est long d'un quart de millimètre, on y trouve des fibres lamineuses à l'état de corps fibro-plastiques fusiformes et étoilés très-courts, très-pâles, ayant pour centre un de ces noyaux.

On suit le nerf dans ce moignon jusque auprès de son extrémité et ce n'est que lorsqu'il est long d'un quart à un tiers de millimètre qu'une anse vasculaire s'y enfonce et finit par le contourner au-dessous de la pellicule superficielle sus-indiquée. C'est seulement lorsqu'il a près d'un millimètre de long que commencent à s'y montrer des cartilages d'abord, des faisceaux striés musculaires ensuite, des chromoblastes noirs et jaunes, puis bientôt quatre mamelons digitaux au bout des membres antérieurs, cinq à celui des postérieurs, avec prolongement de l'anse vasculaire qui les contourne. Jusque là, fait important, c'est-à-dire pendant sept à huit jours, plus ou moins selon les espèces, etc., le moignon est entièrement formé des noyaux dont il a été question. Quant à ces divers éléments anatomiques, ils naissent comme il va être dit; mais rien de plus remarquable que les différences de constitution et d'aspect du tissu embryonnaire gélatiniforme au sein duquel ils se montrent comparativement à celui que forment les grosses cellules blastodermiques foncées, chargées de granules graisseux et vitellins, à l'aide et aux dépens desquelles naissent les fibres musculaires, les cellules cartilagineuses, etc., apparues les premières dans l'embryon (voy. p. 293).

Rien de plus net que l'uniformité primitive de constitution des éléments anatomiques du moignon de membre depuis les batraciens jusqu'à l'homme au sein desquels naissent les cartilages, les faisceaux musculaires, etc., dont il vient d'être question, et qui sont tous manifestement sans continuité ni même contiguïté avec ceux qui existent déjà dans le tronc de l'animal. Dans les uns comme dans les autres de ces vertébrés, ce sont bien des noyaux dits embryoplastiques (*noyaux du tissu cellulaire, lamineux ou conjonctif*). Quels que soient les moyens employés, ce n'est que sur un fort petit nombre d'entre eux qu'il est possible d'arriver à constater la présence

d'un très-petit corps cellulaire autour d'eux sous forme d'une pellicule appliquée en quelque sorte sur le noyau : et cela uniquement sur les noyaux complétement développés, mais non sur ceux qui sont encore larges de 0mm,004 à 0mm,005 seulement. Aussi, plus l'accroissement avance, plus est grand le nombre des noyaux qui, au lieu d'être libres, immédiatement contigus les uns aux autres, occupent le centre d'un corps cellulaire.

Quoi que disent certains auteurs à cet égard, il est impossible, en présence des faits embryogéniques dont il est ici question qui se constatent sur tous les vertébrés et plus d'un invertébré, de soutenir que, après comme pendant la période blastodermique de l'évolution (ainsi que dans les cas de régénération des membres), tous les éléments sont, ou ont été, des *cellules blastodermiques*, des cellules complètes ; c'est-à-dire que nul n'est jamais, même temporairement, à l'état de noyau libre.

Ce qui est, c'est que tous ces éléments débutent ici par la génèse de noyaux qui servent de centre de génération à la partie fondamentale des diverses espèces d'éléments (cellules des cartilages, faisceaux musculaires, etc.), ce qui établit une différence avec ce qui a lieu pour les éléments de même espèce, d'origine blastodermique (voy. p. 305 et 321) ; en d'autres termes, on voit la génération première des éléments venant constituer les divers organes des membres rudimentaires, depuis les poissons jusqu'à l'homme, avoir lieu de la même manière et comme lors de la régénération des membres des crustacés, des batraciens, des sauriens (1). Sous un autre point de vue plus exact, cette régénération reproduit les phénomènes de la génération dont il s'agit ici, et qui, pas plus qu'elle, ne

(1) Ainsi se montre dès l'époque embryonnaire ce qui continuera à se produire pendant toute la durée de l'accroissement aussi bien que dans tous les cas de régénération proprement dite ou totale, et ceux de cicatrisation. Durant la régénération et la cicatrisation, en effet, dans lesquelles l'absence de cellules embryonnaires semblables à celles du feuillet blastodermique moyen est manifeste, on voit tous les éléments qui naissent le faire comme il vient d'être dit à propos de ceux apparaissant quand il n'y a plus de cellules de provenance vitelline. Les *bourgeons charnus des plaies* sont en réalité constitués par un tissu semblable à celui-ci (p. 355), sauf une plus grande vascularité et plus de substance amorphe (p. 122), tissu dans lequel les fibres lamineuses, élastiques, etc., naissent comme nous allons l'indiquer avec plus de détail encore.

s'accomplit à l'aide et aux dépens de cellules identiques avec les cellules de provenance vitelline ou blastodermique; celles-ci, en effet, résultent de l'individualisation en cellules d'une substance préexistante, précédée toutefois de la genèse du noyau vitellin, tandis que celles qui leur succèdent quand elles sont toutes utilisées naissent comme nous venons de le rappeler.

La segmentation des noyaux au centre des cellules fibro-plastiques dans des conditions morbides fréquemment observées amenant leur multiplication plus ou moins considérable, pourrait faire supposer qu'il se passe ici un phénomène analogue à celui qui a pour résultat la production des noyaux libres nerveux, puis des cellules multipolaires (voy. p. 335). On pourrait penser, en effet, qu'ici également les noyaux, en se multipliant, amèneraient la distension du corps cellulaire et sa destruction, de manière à former aussi des groupes ou amas pour devenir libres peu à peu, puis devenir ou non, suivant les cas, le centre de la genèse des fibres lamineuses. Cette hypothèse semble d'abord d'autant plus probable qu'on isole un assez grand nombre de groupes, formés de 2 à 10 noyaux embryoplastiques environ, dans lesquels certains de ces noyaux sont plus ou moins polyédriques par pression réciproque.

Mais il est à remarquer qu'on ne rencontre pas dans ce tissu embryoplastique des noyaux en voie de segmentation prolifiante, comme on en voit au contraire parmi les plus gros des tumeurs, et à l'état normal dans les faisceaux striés des muscles (fig. 55, p. 309), et surtout dans le cerveau, etc., ainsi qu'il a été dit plus haut (fig. 64, p. 334). On n'en trouve pas, en particulier, lors de l'apparition sous-cutanée de ce moignon de membre des batraciens au bout du nerf qui en représente d'abord en quelque sorte le pédicule. On ne voit pas du tout que la production des noyaux de son tissu résulte de la division multiplicatrice d'un ou de plusieurs des noyaux du tissu cellulaire cutané autour du bout du nerf. Aucun des noyaux qui sont au centre des cellules fusiformes ou étoilées de ce tissu fibrillaire transparent ne montre les phases de cette scission, tant qu'on observe aisément celles-ci dans les muscles (voy. ci-dessus p. 309). Il est donc impossible de saisir ici un seul fait probant en faveur de l'hypothèse qui, dans le cas présent, ferait dériver le tissu em-

bryoplastique originel des membres d'un ou plusieurs noyaux du tissu lamineux (car il se montre alors que depuis longtemps il n'y a plus de cellules blastodermiques), noyaux ou cellules du tissu lamineux qui se segmenteraient d'une façon continue, pour se métamorphoser quelques jours après ici en cartilage, là en faisceaux musculaires striés, etc. Examinons donc actuellement, en particulier, comment a lieu la genèse des éléments qui ne dérivent pas des cellules de provenance vitelline, en commençant par ceux qui offrent la constitution la plus simple (1).

ARTICLE II. — GÉNÉRATION DES CARTILAGES DANS LE TRONC ET DANS LES MEMBRES DE L'EMBRYON.

L'embryogénie prouve que les tissus cartilagineux et osseux sont des tissus qui restent cellulaires pendant toute la durée de leur existence, mais dans lesquels les cellules sont englobées par une substance amorphe, homogène ou grenue, à mesure même qu'elles naissent, et qu'elles ne perdent pas leurs caractères cellulaires proprement dits; pendant toute la durée de leur vie pourtant, elles présentent des modifications évolutives, mais elles ne sont pas aussi prononcées que celles des cellules des autres tissus ; quant à celles que subit la substance qui les enveloppe, elles sont beaucoup moindres.

La comparaison de ces deux tissus, aux points de vue du mode de production, de la composition chimique et de la structure de cette substance d'une part, des cellules de l'autre montre qu'ils ne sont pas assimilables, et que l'os ne peut en aucune manière être considéré comme une incrustation calcaire du cartilage ou du tissu lamineux, ni le cartilage comme une provenance de ce dernier. Mais dans l'un et l'autre de ces tissus, la substance amorphe (voy. p. 111 et 127) doit continuer à être appelée *substance fondamentale*, au point de vue du rôle qu'elle remplit ici, alors que les matières amorphes des autres tissus, qui sont molles, comme dans les tissus lamineux et nerveux, n'y sont qu'accessoires. Dans les cartilages et les os,

(1) Il ne sera pas ici question des faisceaux musculaires striés parce qu'il en a déjà été parlé plus haut, page 308, en note.

c'est à leur substance propre, en effet, et non essentiellement aux cellules, que leur tissu doit sa ténacité (1), avec un certain degré d'élasticité dans le premier et une grande résistance dans le second; et c'est là ce qui leur permet de constituer l'un et l'autre des organes squelettiques ou de soutien, c'est-à-dire de remplir un rôle purement physique ou de résistance mécanique. Quant aux cellules, leurs usages sont au contraire manifestement relatifs aux actes de rénovation moléculaire continue ou nutritive de la substance qui l'emporte quant au poids et quant à la masse, lorsque ces organes sont appelés à remplir leur rôle (2).

Rien de plus net que la genèse des cartilages apophysaires vertébraux des poissons et des têtards (*Triton marmoratus* et *palmatus*, Axolotl, *Rana viridis* et *temporaria*, *Hyla arborea*) dans les minces intersections musculaires, transversales, plus ou moins obliques, caudales pour les premiers, thoraco-abdominales pour les seconds, alors qu'elles sont encore formées d'une substance homogène, complétement hyaline, dépourvue de tout noyau du tissu cellulaire et de fibres tendineuses. Rien également de plus net que cette apparition du cartilage au centre du tissu transparent du moignon des membres (voy. p. 353), qui, par conséquent, a lieu ici autrement que pour les premiers cartilages céphaliques (voy. p. 321).

Comme sur l'homme, ils débutent par l'apparition de petits

(1) Aussi voit-on la friabilité du cartilage et la facilité que l'on a pour isoler ses cellules être proportionnelles à la minceur des couches de la substance fondamentale interposées à ces cellules.

(2) Nous voyons qu'en somme les substances amorphes constituent un groupe important d'éléments anatomiques non figurés comprenant depuis celles qui sont molles, comme celles des tissus lamineux et nerveux (voy. p. 114 et suiv.), jusqu'aux plus dures, comme celles du cartilage et des os, toutes fort distinctes les unes des autres par leur composition, leurs réactions aussi bien que par leurs propriétés physiques. A ce mode d'individualité, elles en ajoutent un autre important au point de vue du rôle qu'elles remplissent en tant que soutien, quand elles sont dures et qui s'ajoute à celui qu'elles jouent au point de vue de l'écartement des cellules qu'elles englobent. Ce fait est des plus nets, soit qu'elles englobent des cellules comme ici, soit qu'elles maintiennent des fibres comme dans les disques inter-articulaires, ou à la fois des cellules et des fibres comme dans le tissu nerveux. Dans l'un et l'autre cas, on peut l'amener à présenter un aspect aréolaire ou spongieux quand on ouvre ces cavités que remplissent les cellules, à la condition qu'elle soit plus dure que celles-ci comme dans le cas du cartilage ou qu'étant molle on l'aie durcie convenablement comme lorsqu'il s'agit de la rétine et du tissu gris cérébro-spinal.

noyaux sphériques, dépourvus d'abord du corps cellulaire qui les entourerait plus tard. Avant la genèse de ce corps cellulaire, une petite quantité de substance fondamentale, plus hyaline que le tissu ambiant, se montre entre eux (1), et tient à la fois écartés et réunis les noyaux observés qu'on discerne dès qu'il y en a trois ou quatre. Dès son apparition, elle résiste à l'action de l'ammoniaque, qui dissout au contraire les éléments ambiants. Ce qu'il y a d'important à noter au point de vue qui nous occupe, c'est que : 1° sur les batraciens et les poissons, ce cartilage ressemble beaucoup, lors de la genèse, à celui des autres vertébrés par la petitesse des chondroplastes et des noyaux ou des très-petites cellules qui remplissent ceux-ci; 2° il diffère considérablement, surtout sur les batraciens, du cartilage basilaire que forment des cellules embryonnaires réunies comme il a été dit (voy. ci-dessus, p. 321); car ces dernières sont d'abord foncées en raison de la présence des granules vitellins et graisseux et presque aussi grandes qu'elles seront toujours, puis deviennent translucides, tandis qu'ici elles sont dès le début transparentes comme l'adulte, et bien plus petites qu'elles ne le seront plus tard; 3° de très-bonne heure, et ensuite pendant toute la durée de la vie, la substance fondamentale du cartilage est ici plus abondante entre ces chondroplastes qu'entre ceux du cartilage basilaire, et de l'appareil hyobranchial; 4° ainsi constituées, les cellules de ces cartilages naissants acquièrent en deux ou trois jours environ les caractères des cellules du cartilage céphalique apparu depuis plusieurs semaines déjà. Comme sur l'homme, on voit que, du

(1) Notons ici : 1° que le fait précédent, qui est très-général, prouve que si la *substance* qui tient à la fois écartés et réunis les noyaux, puis les *cellules* des cartilages peut (au point de vue de sa situation dans leur masse entre les cellules) être dite *intercellulaire*, il n'est pas vrai qu'elle soit un produit de sécrétion ou d'exsudation du protoplasma des cellules, ainsi que le disent plusieurs auteurs, puisque les noyaux seuls existent et non encore le corps cellulaire quand cette substance est produite; 2° que les apophyses vertébrales des batraciens et des poissons naissent avant le corps des vertèbres correspondantes; 3° que jusqu'à l'époque de l'apparition de ces centres vertébraux, les faisceaux musculaires striés sont directement accolés à la gaine de la notocorde sur laquelle plusieurs s'insèrent; 4° que lorsque se forment ces corps vertébraux, leur tissu cartilagineux s'interpose à cette dernière et aux tissus qui la touchaient (p. 305) et les repousse en quelque sorte; 5° que sur les embryons de cobaye, de lapin et autres mammifères, la genèse des corps vertébraux précède au contraire celle des apophyses.

centre à la périphérie de la masse, les chondroplastes perdent leur forme irrégulièrement arrondie ou allongée, ils deviennent sphéroïdaux, bien plus grands, et les cellules qui les remplissent les suivent dans ces modifications ; en même temps leur corps et leur noyau prennent les caractères qui donnent un aspect si remarquable aux cartilages céphaliques et hyoïdiens depuis longtemps apparus. Aussi, toujours dans les cartilages en voie de croissance, les noyaux remplissant les chondroplastes périphériques sont-ils très-petits, plus irréguliers que ceux qui sont davantage vers le centre de l'organe. De plus, l'ammoniaque montre que dès que leur présence devient appréciable sous le microscope, une mince couche de la substance fondamentale dépasse leur circonférence extérieure, les englobe et les relie à la masse déjà produite. La forme allongée et peu régulière des chondroplastes naissants et de leur contenu tranche, particulièrement à la superficie des premiers nodules cartilagineux des membres et des doigts, sur les caractères des noyaux sphériques ou régulièrement ovoïdes du tissu embryoplastique du moignon au centre desquels ils se montrent.

Nous savons déjà que les cavités (*chondroplastes*) contenant les *cellules cartilagineuses*, ne sont pas des cavités cellulaires, telles que celles dont il a été question (p. 261), et que la substance fondamentale ne représente pas des parois cellulaires soudées. Quant aux cellules que ces cavités ainsi produites englobent, elles restent des cellules sans paroi pelliculaire, sans cavité (sauf les cas dont il sera question page 376), même quand il se produit autour d'elles des couches d'épaississement. Aussi, dans bien des cartilages permanents, elles se segmentent pendant toute la vie, d'où un nombre souvent considérable de cellules accumulées dans un même chondroplaste; mais ce fait ne peut être assimilé à la segmentation intracellulaire du vitellus dans l'ovule, en ce sens que cette segmentation n'a pas lieu sous une paroi ou enveloppe cellulaire, mais dans une cavité (1).

(1) Les remarques précédentes s'appliquent également aux os sous plusieurs rapports, que leur production aie lieu au sein d'un cartilage préexistant ou directement dans les tissus lamineux ou fibreux, nulle part leur substance fondamentale ne se montre formée de cellules libres ou dont les parois, devenues cohérentes, s'incrusteraient de calcaire à l'exclusion de chaque *ostéoplaste* (Ch. Robin, 1850) ou *cellules osseuses* qui possèdent un noyau ovoïde durant

Sur les embryons humains, de lapin, de cobaye, etc., on peut constater que les corps vertébraux naissent de la même manière au fond que les cartilages dont il vient d'être question. Une couche continue de petits noyaux sphériques ou à peine ovoïdes superposés sur plusieurs rangs entoure toute la notocorde et repousse le reste du tissu des lames latérales. Peu après se forme la substance hyaline fondamentale du cartilage, qui les englobe et les sépare les uns des autres, fort peu au début en raison de son peu d'abondance. Dès qu'elle apparaît, et par le fait de sa production, elle amène la délimitation des corps vertébraux (1). Ce phénomène devient saisissable en raison de la formation entre chacun d'eux d'une mince couche de substance hyaline, claire, épaisse seulement de quelques millièmes de millimètre et comparable à celle des cloisons transversales intermusculaires qui séparent les chevrons de faisceaux striés sur les poissons et les batraciens (p. 305, fig. 53, *c-h*). De même que ces cloisons hyalines sont ici remplacées plus tard par des apophyses cartilagineuses ou des cloisons fibreuses, on voit sur les mammifères se former ultérieurement les disques fibreux intervertébraux dans ces bandes hyalines intervertébrales primitives (2). Cette délimitation commence au niveau des vertèbres (*protovertèbres*) dorsales et gagne peu à peu vers les deux extrémités du tronc pour s'arrêter vers l'apophyse basilaire en avant, au bout du coccyx en arrière. Elle atteint l'extrémité cervicale antérieure assez longtemps avant d'arriver à l'autre; aussi le coccyx reste-t-il sous forme d'une pièce unique, non encore délimitée en plusieurs vertèbres caudales, alors qu'on peut compter toutes les autres pièces de la colonne et les bandes hyalines minces qui les séparent.

Le cartilage naît de la sorte dans toutes les régions de l'éco-

les premiers temps qui suivent leur apparition; ces cavités n'existent nulle part avec leur mode de groupement et bien moins encore avec leurs canalicules radiés avant la production de la matière ostéique. Ces canalicules anastomosés avec ceux de tous les ostéoplastes voisins au travers de la substance fondamentale sont, comme la cavité même dont ils dérivent, pleins d'un liquide dès leur origine.

(1) C'est d'une manière analogue que se délimitent, lors de la régénération des membres et de la queue, chacun de leurs cartilages (Ch. Legros).

(2) Voy. Ch. Robin, *Mémoire sur le développement des vertébrés* (Journal d'anat. et de physiol. Paris, 1864, in-8, p. 274 et 283).

nomie, autres que celles indiquées page 321 (1), et quelles que soient les variétés qu'il offrira plus tard, qui toutes sont un résultat des phénomènes du développement dont il est le siége et qui diffèrent sensiblement selon qu'il s'agit des cartilages d'ossification (dont les chondroplastes deviennent d'abord plus ou moins allongés et *fusiformes*), des cartilages permanents et des fibro-cartilages, dans la substance fondamentale desquels se développent des fibres élastiques (2).

Dans le principe, la substance fondamentale homogène du cartilage est molle, et se laisse écraser facilement jusqu'à dissociation et mise en liberté des noyaux qu'elle englobait. Mais peu à peu elle prend plus de consistance, et en même temps

(1) Il faut rappeler ici que lors de la genèse des apophyses cartilagineuses vertébrales des poissons et des batraciens, lors de celle de la colonne spinale des mammifères et des oiseaux, on ne voit nulle part les noyaux par la genèse desquels débute l'apparition des cartilages, dériver par prolification gemmipare ou autre de la gaine de la notocorde, non plus que des faisceaux musculaires auxquels s'interposent ces cartilages. On ne saurait les faire dériver davantage d'une prolification ou d'une métamorphose quelconque des noyaux du tissu lamineux, car ni eux ni ses fibres n'existent encore.

(2) L'état fibro-cartilagineux de la substance fondamentale peut être dû : 1° à cette production de *fibres élastiques;* c'est ce que l'on voit dans ceux de l'oreille, de l'épiglotte, dans les chondromes de la région parotidienne, etc. 2° Il peut être dû à ce que la substance fondamentale englobe des *fibres lamineuses* isolées en nappes ou en faisceaux, ainsi qu'on le voit dans le cartilage de la surface des ménisques fibreux des genoux, dans celui de la face interne des cavités intervertébrales de beaucoup de symphyses, et de tumeurs fibreuses avec des nodules cartilagineux. Ces dispositions n'ont aucune analogie avec l'état strié que par place présente la substance fondamentale des cartilages costaux des vieillards; elles ne doivent pas en être rapprochées comme le font quelques auteurs. Il importe de signaler aussi que lorsqu'on dissocie le cartilage naissant, ce sont des noyaux et non des cellules qu'on met en liberté. A mesure que la substance homogène qui leur est interposée, qui les tient à la fois réunis et écartés, durcit et augmente de quantité, on voit de mieux en mieux que chaque noyau remplit une cavité limitée par cette substance homogène dans laquelle elle est comme creusée directement; que ces cavités s'écartent de plus en plus les unes des autres à mesure que cette substance augmente de quantité. On voit en outre que c'est lorsque ces cavités deviennent plus grandes que le noyau qu'elles contiennent, qu'il se produit autour du noyau une substance finement grenue, remplissant l'intervalle qui sépare celui-ci de la face interne de la cavité et représentant le corps d'une cellule dont le noyau précédent est le centre. Ce ne sont plus alors les noyaux seulement qui peuvent être isolés de la substance homogène fondamentale interposée aux cavités, mais ces cellules mêmes. A aucune époque, tant lors de l'apparition des cartilages encore mous, foncés, et à noyaux plus rapprochés, que plus tard il n'est possible de séparer cette substance fondamentale en autant de parois vésiculaires qu'il y a de noyaux. On n'isole des cellules que lorsque celles dont il vient d'être question se sont produites dans les chondroplastes à mesure que ceux-ci s'agrandissaient.

elle augmente de quantité, de sorte que les noyaux se trouvent plus écartés les uns des autres qu'au début, et le cartilage devient plus transparent. Cette mollesse du cartilage dans la première période de son évolution est importante à noter, car souvent des tumeurs cartilagineuses ayant la structure indiquée ici dans toute ou une partie seulement de leur masse, offrent aussi une mollesse telle que celle dont il vient d'être question, et cela parfois au point d'être fluctuantes, tout en conservant la structure et les réactions propres du cartilage.

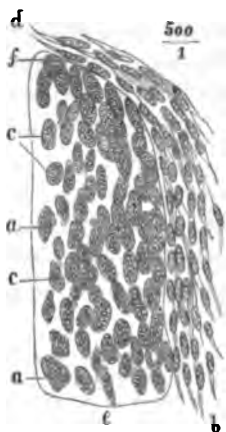


Fig. 70 (*).

Peu abondante d'abord, cette substance augmente peu à peu de quantité, en sorte que les noyaux qu'elle englobe et qui semblaient contigus ou à peu près (fig. 69, *b*, *c*) sont peu à peu écartés les uns des autres. Ils remplissent ainsi exactement une cavité, résultant de ce qu'ils ont été englobés par la substance amorphe ; mais jamais on ne voit trace de cellule proprement dite, lors de la génération de ces éléments. Peu à peu la cavité que remplissent les noyaux s'agrandit vers les extrémités de chacun de ceux-ci, et en même temps il s'y produit une substance amorphe et finement granuleuse. Cet agrandissement se manifeste graduellement, non plus seulement aux extrémités du noyau (*e*), mais tout autour de lui (*a*). Par suite, leur concours s'éloigne de celui du noyau ; l'intervalle qui sépare ces deux surfaces se remplit d'une substance finement grenue

(*) Extrémité d'une côte d'un embryon humain long de 26 millimètres. Les cavités et les noyaux qui remplissent celles-ci sont déjà un peu écartés les uns des autres par suite de l'augmentation de quantité de la substance amorphe fondamentale ; *e*, cavités commençant à s'agrandir aux extrémités du noyau autour duquel se produit un contenu finement granuleux. *a*, *a*, *c*, cavités devenues plus grandes, de telle sorte que le noyau se trouve à leur centre, ou à peu près si l'agrandissement est encore peu marqué (*c*, *c*). La matière granuleuse qui remplit l'intervalle existant entre le noyau et la cavité, représente le corps d'une cellule et reste adhérent au noyau lorsqu'on le fait sortir de la cavité par rupture. A la surface du cartilage, les noyaux et les cavités qui les renferment sont encore très-rapprochés les uns des autres. *b*, *d*, périchondre encore entièrement formé de cellules fusiformes. Le noyau de celles-ci est plus étroit et plus allongé proportionnellement que les noyaux du cartilage à cette époque. Ces différences les distinguent très-nettement et permettent de constater avec précision que les noyaux du cartilage qui grandit ne sont point les mêmes que ceux du périchondre ; que les cellules fibro-plastiques de celui-ci, en un mot, ne sont pas plus une dérivation des cellules cartilagineuses que le cartilage qui a précédé le périchondre, n'est une transformation du tissu cellulaire qui le compose.

représentant, par rapport au noyau central, un corps de cellule, irrégulièrement ovoïde, ou mieux pyramidal. Cet agrandissement ne va pas jusqu'à la réunion et jonction de deux cavités voisines, malgré l'extrême rapprochement originel des noyaux, parce que la substance amorphe interposée à eux augmente plus rapidement encore de quantité, en sorte que l'écartement de ceux-ci devient de plus en plus considérable. On peut non-seulement suivre ce phénomène sur des embryons de différents âges, mais encore en saisir les phases sur le cartilage d'une même région en l'examinant de sa surface vers sa partie centrale.

Dès cette époque, dès l'instant où un corps vertébral est délimité, malgré que les bords n'en soient pas encore bien nets, on peut constater, en faisant des coupes sur ces petits organes cartilagineux, qu'on vide chacune des cavités du noyau qu'elle renferme ; aussi lorsque la coupe a traversé une de ces cavités, on voit d'une part la cavité du chondroplaste vide de son noyau, et d'autre part le noyau qui flotte dans le voisinage. Cette substance du cartilage qui est telle que des noyaux seulement remplissent les cavités très-rapprochées les unes des autres, dans une substance hyaline peu abondante et ordinairement molle, caractérise la variété du cartilage dite *embryonnaire* (voy. p. 374 et 375).

Dès cette époque, on constate donc que la substance fondamentale du cartilage est creusée par des cavités dont chacune renferme un noyau. Alors aussi le cartilage naissant est plus foncé qu'il ne sera plus tard. Cela tient à ce que la substance interposée aux noyaux inclus dans les cavités est peu abondante. Peu à peu la quantité de cette substance fondamentale du cartilage augmentant, les cavités s'écartent les unes des autres, et au fur et à mesure le cartilage devient plus transparent, de telle manière que, au moment de l'apparition du cartilage, ce dernier est plus foncé qu'il ne sera quelques jours ou quelques semaines plus tard ; qu'il ne le sera au moment de l'ossification, lorsqu'il s'agit de cartilages d'ossification.

En même temps que cette substance augmente de quantité, il se passe ainsi dans chaque chondroplaste une série de phé-

nomènes remarquables. Ces phénomènes sont les suivants. Le chondroplaste augmente de dimension sans que le noyau change notablement de volume du moins dans le principe; on voit en même temps une substance granuleuse s'interposer entre le noyau et la face interne de la cavité, de sorte que, au bout de quelques jours, chaque chondroplaste est rempli non plus par un noyau, mais par une cellule grisâtre complète, finement granuleuse et qui comble entièrement sa cavité (fig. 69, *a*).

Ainsi dans le développement du cartilage on constate comme phénomènes simultanés l'augmentation de quantité de la substance amorphe ou fondamentale du cartilage, l'agrandissement des cavités qui remplissaient les noyaux avec production du corps cellulaire propre périnucléaire et segmentation de ce corps cellulaire, du moins dans tous les chondroplastes qui plus ou moins longtemps après montrent plus d'une cellule cartilagineuse (1).

Dans les cartilages d'ossification, c'est-à-dire dans l'organe

(1) Ch. Robin, *Mémoire sur l'évolution de la notocorde*. Paris, 1868, in-4, p. 66 et suiv., et art. CARTILAGE, *Dictionn. encyclop. des sc. nat.* Paris, 1871, in-8, t. XII, p. 710 et suiv). Rindfleisch (*Histologie pathologique*, traduct. franç. Paris, 1873, in-8, p. 87) se déclare « contre l'opinion qui admet que l'accroissement du cartilage se fait en majeure partie par cette multiplication cellulaire et cet accroissement intérieur du tissu. Le cartilage jouit en première ligne d'un accroissement périphérique; le périchondre fournit les cellules embryonnaires qui s'entourent d'une couche de substance fondamentale hyaline se confondant avec la substance cartilagineuse préexistante. » Pour constater que l'accroissement intérieur du tissu joue un plus grand rôle dans le développement du cartilage que ne semble l'indiquer Rindfleisch, il suffit de comparer à eux-mêmes tous les cartilages et surtout les permanents depuis le moment de leur apparition jusqu'à l'âge adulte; on voit alors que non-seulement les chondroplastes ont grandi et que les cellules y contenues ont augmenté de nombre, mais que la substance fondamentale a considérablement augmenté de quantité et a écarté l'une de l'autre ces cavités. Il est certain du reste qu'en même temps la génération du cartilage continue à la périphérie de la masse antérieurement formée, fait connu déjà (voy. Ch. Robin, *Mémoire sur le développement du tissu osseux*. Compt. rend. et Mém. de la Soc. de biologie. Paris, 1850, in-8, p. 124, et Robin et Magitot, *Journ. de physiol.* Paris, 1861, p. 153). Mais les faits indiqués ci-dessus (p. 361) prouvent que cette genèse plus ou moins longtemps continuée a lieu de la même manière que la genèse primitive; ce qui montre d'autre part que ce n'est pas le périchondre qui fournit là les cellules du cartilage, c'est qu'on suit cet accroissement pendant assez longtemps avant que les organes cartilagineux aient un périchondre (voy. Ch. Robin, *Mém. sur la notocorde*, 1867, in-4, p. 73, et *Journ. d'anat. et de physiol.* Paris, 1864, in-8, p. 298 et suiv.).

cartilagineux qui a la forme de tel ou tel os et auquel celui-ci doit se substituer, comme le fémur et le tibia cartilagineux, on voit presque tous les chondroplastes prendre graduellement une forme allongée à extrémités effilées, et quelquefois une forme presque prismatique triangulaire. Dans chacun de ces chondroplastes, se trouve une cellule qui est moulée sur la cavité qu'elle remplit. Dans certains chondroplastes plus longs que les autres, au lieu d'une seule cellule, on en trouve deux, et on voit très-bien la ligne de juxtaposition de ces deux cellules ayant chacune leur noyau. C'est cette structure qui caractérise la variété de cartilages qu'on a appelée *cartilage fœtal* ou *cartilage d'ossification*. L'aspect de cette variété (fig. 70, *e*, *f*) de cartilages sous le microscope est très-caractéristique, en raison du nombre et de la forme de ces chondroplastes, dont chacune renferme de une à deux et rarement trois cellules (1). Ces cel-



FIG. 71 (*).

(1) On trouve très-fréquemment cette variété de cartilage dans les chondromes et les enchondromes qui représentent des cartilages en voie d'évolution continue. Ces chondroplastes à forme étoilée, se rencontrent d'une manière presque constante, dans les tumeurs cartilagineuses du testicule, dans celles surtout qui sont constituées par des portions de cartilages ayant la forme de certains os du fœtus, c'est à-dire dans les tumeurs dites par inclusion fœtale du testicule, de l'ovaire, etc. Dans toutes ces conditions normales et pathologiques, sur le cartilage assez frais pour être dit encore vivant en quelque sorte, on peut voir les cellules être le siége de mouvements amiboïdes amenant leur déformation lente sous les yeux de l'observateur; puis elles se creusent de petites vacuoles

(*) Tissu d'un chondrome volumineux, à substance fondamentale hyaline, adhérent à une vertebre lombaire. *a*, *b*, *c*, *d*, noyaux finement grenus, très-petits, avec ou sans noyau visible, contenus dans un corps cellulaire absolument hyalin; *b*, noyau spherique à surface hérissée de fines saillies de la substance du noyau; *e*, *f*, chondroplastes allongés fusiformes, ainsi que la cellule qui les remplissait, analogues à ceux du cartilage fœtal d'ossification; *g*, *h*, *i*, *j*, *k*, noyaux plus ou moins remplis par des gouttes d'huile; *l*, chondroplaste ouvert et vide

lules sont finement granuleuses, grisâtres; leur noyau est ovoïde ou presque sphéroïdal, plus petit que les noyaux embryoplastiques. Ces chondroplastes allongés, plus ou moins renflés au milieu, ou prismatiques anguleux, parfois plus ou moins régulièrement fusiformes, ou encore de forme étoilée, ont une longueur qui varie de 3 à 8 centièmes de millimètre sur une épaisseur de 1 à 3 centièmes environ.

Dans les cartilages permanents, les chondroplastes, à compter de l'état embryonnaire, ne font, en grandissant, dans la plus grande partie de chaque cartilage, que devenir un peu polyédriques, anguleux, et ils prennent la forme ovoïde ou arrondie, bien avant d'avoir atteint tout leur volume et sans passer là par l'état de chondroplastes fusiformes ou anguleux à extrémités effilées, comme les cartilages temporaires ou d'ossification. Ils prennent, au contraire, cette forme effilée, de très-bonne heure dans la partie du cartilage qui avoisine son enveloppe fibreuse. Ici les chondroplastes restent d'autant plus étroits, soit courts, soit très-allongés, qu'ils sont plus rapprochés du périchondre (fig. 71 *c*, *d*). Ces chondroplastes sont remarquables encore en ce que leur contenu est uniformément granuleux, à granules foncés, et souvent sans qu'on puisse vers son milieu découvrir un noyau tel que celui qui existe dans les cellules des chondroplastes allongés des cartilages temporaires. Toutefois, tantôt ce contenu ne forme qu'une seule masse grenue, tantôt il est segmenté en deux ou trois corps cellulaires sans noyau visible, contigus ou séparés par un étroit espace clair. Ces particularités relatives à la forme, aux dimensions et au contenu des chondroplastes se retrouvent aussi près de la surface articulaire même, dans les cartilages d'encroûtement; l'étroitesse des chondroplastes y est pourtant, en général, un peu moindre, et le contenu, quoique moins grenu, moins foncé, n'y montre également pas de noyau.

Il est commun, du reste, de voir, dans les cartilages du cal, des chondromes, etc., des chondroplastes, dont le contenu cellulaire est représenté simplement par une masse granuleuse plus ou moins foncée, à granules plus ou moins gros.

se remplissant d'un liquide hyalin jaune ou rosé pâle, telles que celles dont il a été question page 98, figure 17, *m*.

Dans les cartilages permanents normaux, à mesure qu'on s'éloigne de leur superficie, on trouve des chondroplastes plus grands et plus réguliers, dont la longueur peut atteindre jusqu'à un dixième de millimètre et plus. Il faut renoncer, du reste, à décrire toutes les variétés de forme sphérique, ovoïde, raccourcie ou allongée, que l'on peut rencontrer

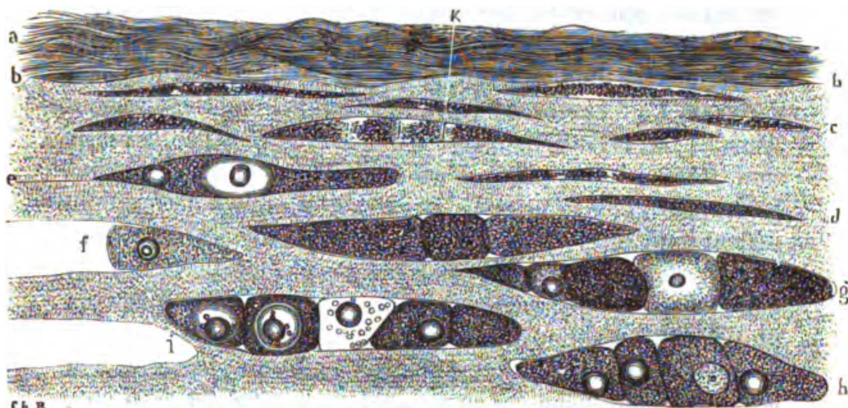


FIG. 72 (*).

dans un même cartilage ou d'un cartilage à l'autre comparativement, soit articulaires, costaux, trachéens, nasaux, etc. Il en est de même encore et d'une manière bien plus tranchée pour ce qui concerne les variétés de forme, de volume, d'état hyalin ou granuleux plus ou moins opaque, avec ou sans gouttes huileuses, avec ou sans noyau régulier ou non, que présentent dans ces diverses conditions les cellules incluses dans chaque chondroplaste. De ces diverses particularités résultent enfin des variétés d'aspect dont le nombre dépasse celui des préparations, bien que toujours la présence d'un contenu dans les chondroplastes ou cavités que circonscrit une matière hyaline rende facile la détermination de l'espèce

(*) Coupe de cartilage costal et du périchondre d'un homme âgé, *a*, *b*, *b*, le périchondre formé de nappes du tissu lamineux; *c*, *d*, chondroplastes restés étroits, allongés, à contenu granuleux, foncé, masquant les noyaux; *k*, chondroplaste allongé, dont le contenu est segmenté en quatre cellules sans noyaux visibles; *e*, autre chondroplaste à contenu granuleux avec des gouttes d'huile; *f*, chondroplaste ouvert, en partie vide, contenant encore une cellule dont le noyau est remplacé par une goutte huileuse; *g*, chondroplaste contenant quatre cellules, les unes claires, les autres très-granuleuses; *h*, chondroplaste dans lequel l'une des cellules a son noyau à l'état normal, pendant que dans les autres il est remplacé par des gouttes d'huile; *i*, chondroplaste avec des cellules, soit très-granuleuses, soit hyalines, dont les noyaux sont remplacés par des gouttes huileuses.

d'élément anatomique qu'on a sous les yeux. Ce contenu, constitué par les cellules proprement dites ou par l'amas granuleux qui les représente (fig. 72, *g*, *k*), est aisément mis en liberté sur les coupes minces. On voit alors nettement la substance fondamentale tout à fait hyaline, ou finement grenue, ou encore légèrement striée, limitant les cavités vides ou dont les cellules sont en partie échappées. Dans le voisinage on rencontre les cellules devenues libres, soit isolées, soit encore adhérentes les unes aux autres. Le volume de ces cellules peut varier de 1 à 6 centièmes de millimètre environ. C'est surtout dans les cartilages articulaires que sont les plus petites; elles sont, soit sphéroïdales, ovoïdes, comprimées ou non, soit polyédriques à angles arrondis avec des diversités d'aspect qui défient toute description détaillée, selon la manière dont elles se compriment réciproquement dans les chondroplastes, ordinairement très-rapprochés les uns des autres, qui en contiennent plus d'une. Vers les extrémités des chondroplastes allongés, il en est de très-aplaties, et certaines, emboîtant partiellement les autres, sont disposées en forme de coque (fig. 73, *o*, *n*, *m*).

Les variétés de structure des cellules ne sont pas moins nombreuses, et parfois, dans une même préparation d'un cartilage, soit costal, soit des voies aériennes, etc., on peut trouver toutes les particularités dont il va être question. Le corps de la cellule peut être hyalin (*b*, *c*, *e*, *f*, *k*, *l*), sans noyau ni granules, ou avec quelques granules (*a*, *d*, *m*) grisâtres ou graisseux épars; il peut être très-granuleux, foncé, soit dans toute son étendue (fig. 72, *g*, *h*), soit partiellement. En général alors aussi aucun noyau n'est visible (*h*); pourtant, parfois les gouttes huileuses brillantes sont à côté du noyau, qui reste apercevable avec ses caractères propres. Le corps de la cellule, hyalin pourvu ou non de noyau, peut être marqué de stries s'irradiant du centre de la cellule ou du pourtour du noyau; ces stries sont très-fines, pâles et élégantes (fig. 73, *g*, *h*).

Le noyau des cellules qui en ont un, large en général de 6 à 10 millièmes de millimètre (*e*, *f*, *m*), peut cependant varier de volume entre 5 et 15 millièmes de millimètre. Généralement sphérique après avoir été ovoïde dans le principe (p. 364, fig. 70, *c*), il peut offrir des formes très-diverses à contours sinueux, ou

anguleux, à surface lisse (*k*, *l*) hérissée de fines saillies. Le noyau est ordinairement finement grenu et le plus souvent sans nucléole; mais il peut, et cela surtout dans les cartilages des voies naso-respiratoires ou dans les côtes (fig. 72, *i*), être

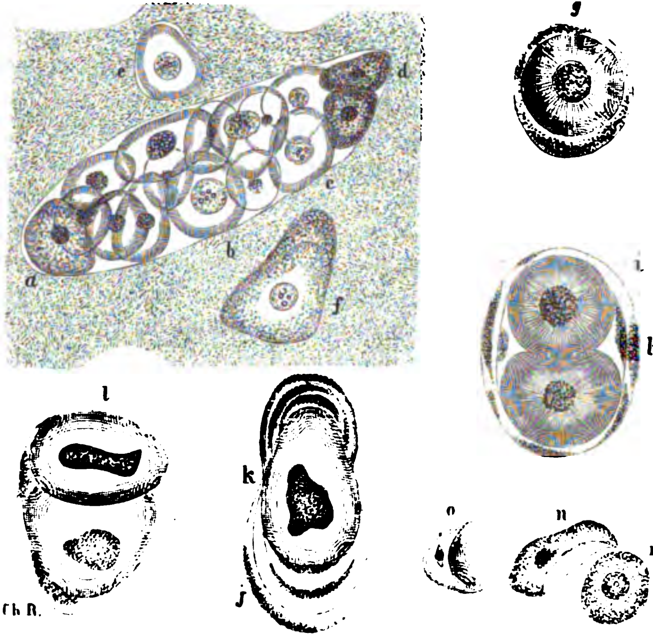


Fig. 73 (*).

partiellement rempli ou tout à fait remplacé par une ou plusieurs gouttes d'huile jaune et brillante (fig. 72, *e*, *h*, *i*), ou même d'un rouge pourpre aussi vif que celui des cristaux d'hématoïdine. C'est parfois un amas de gouttelettes huileuses colo-

(*) Partie profonde du même cartilage que celui de la figure précédente. *a*, *b*, *c*, *d*, chondroplaste ovoïde contenant de nombreuses cellules laissant un espace clair entre elles et la paroi de la cavité, les unes plus ou moins grenues (*a*, *d*), les autres hyalines (*b*, *c*), avec des noyaux hyalins (*b*,*c*) ou grenus (*a*, *d*) avec ou sans nucléole; *e*, chondroplaste ne contenant qu'une cellule hyaline ne remplissant pas la cavité; *f*, autre chondroplaste à une seule cellule qui ne remplit pas la cavité, mais avec une couche de substance grenue entre la paroi de celle-ci et la cellule vers sa plus petite extrémité; *g*, cellule sphérique chassée hors du chondroplaste et dont le corps est marqué de fines stries s'irradiant autour du noyau et entouré complétement d'une couche ou capsule d'encroûtement grenue par places; *h*, *i*, deux cellules semblables à la précédente, sorties de leur chondroplaste, retenues l'une contre l'autre par plusieurs couches d'encroûtement, grenues par places; *j*, *k*, une cellule hyaline (homogène, à gros noyau, sans nucléole, à contour sinueux), présentant à chaque bout trois couches concentriques d'encroûtement qui remplissaient l'espace existant entre elle et la paroi du chondroplaste dont elle est sortie; *l*, deux cellules analogues à la précédente, reunies ensemble par une couche d'encroûtement; *m*, *n*, *o*, trois cellules séparées qui étaient emboîtées l'une par l'autre dans le chondroplaste qu'elles remplissaient et dont elles sont sorties.

rées ou non qui remplace le noyau; cet amas peut être assez volumineux pour remplir plus ou moins complétement le corps de la cellule (fig. 71, *g*). C'est surtout sur les sujets âgés, dans les cartilages permanents venant à s'ossifier, et dans certains chondromes qu'on voit beaucoup de ces gouttes huileuses ou les amas qu'elles forment. A la place des noyaux proprement dits, on peut trouver des amas grenus, grisâtres, plus ou moins foncés, amas hérissés de prolongements grêles sur une partie ou sur la totalité de leur périphérie, soit sphériques (fig. 71, *b*), soit convexes d'un côté, concaves de l'autre, ou lenticulaires, polyédriques, etc. On voit ces noyaux stelliformes, colorables par le carmin, au centre d'un corps cellulaire hyalin peu ou pas coloré, dans le voisinage des points d'ossification des diverses pièces squelettiques des jeunes animaux. Parmi les régions de l'économie où se trouvent les dispositions les plus curieuses quant aux formes et aux dimensions de ces amas grenus et des cellules qui les renferment, il faut signaler les saillies villiformes cartilagineuses ou fibro-cartilagineuses de la face interne des cavités centrales des disques intervertébraux. Notons enfin que, sur les adultes et les sujets âgés, une substance hyaline finement grenue ou non, se produit par couches concentriques épaisses de 3 à 8 millièmes de millimètre entre la superficie des cellules et la face interne des chondroplastes. Quand ceux-ci ne contiennent qu'une seule cellule, les couches entourent, complétement ou non, cette dernière. Quand il y a plusieurs cellules, elles peuvent les englober en une seule masse qu'on fait sortir assez facilement des chondroplastes ouverts (fig. 73, *l*). Le nombre des couches imbriquées l'une sur l'autre varie de 1 à 5. Quelques auteurs ont interprété ces dispositions comme s'il s'agissait là d'une génération endogène, et ont appelé *cellules-mères* et *capsules-mères* les couches concentriques ; ils ont nommé cellules filles les cellules proprement dites. Ces couches concentriques (fig. 73, *h*, *i*) peuvent être considérées comme un des rares exemples connus où, dans l'économie animale, il y a exsudation ou sécrétion cellulaire d'une substance solide péri- ou intercellulaire à moins toutefois qu'elles ne viennent de la substance fondamentale même.

Pendant l'accroissement des cartilages, en même temps que

ces cavités s'agrandissent, la cellule que chacune d'elles renferme s'hypertrophie; peu à peu le noyau et la cellule se segmentent et forment ainsi deux cellules au lieu d'une. Chacune de ces cellules, à son tour, lorsqu'elle a atteint un certain volume, se segmente de nouveau. C'est ainsi que, dans les cartilages permanents de l'adulte, on trouve beaucoup de chondroplastes remplis, non plus par une ou deux cellules, mais par un grand nombre de cellules juxtaposées, qui résultent de la segmentation successive de la première cellule au fur et à mesure qu'a lieu sa croissance. Dans les grands chondroplastes on rencontre quelquefois jusqu'à vingt, trente ou quarante cellules juxtaposées et plus ou moins comprimées les unes contre les autres (fig. 73, *a*, *b*). Cette disposition se voit aussi souvent dans les saillies villiformes du pourtour des cartilages, saillantes dans les articulations des doigts et autres. Mais partout chaque chondroplaste à cellules multiples a primitivement contenu une cellule unique.

On sait combien sont minces les cloisons de substance fondamentale du cartilage qui séparent les chondroplastes des embryons de poissons, de batraciens surtout (voy. p. 321), du fibro-cartilage de l'oreille des Rongeurs, etc., ainsi que ceux des séries qu'ils forment autour des *points d'ossification*. Malgré les analogies avec divers tissus végétaux qui résultent de ce fait, au point de vue de l'aspect général des préparations, il est certain que, le cartilage n'est pas formé par des cellules dont la paroi propre serait, aussitôt après leur génération, intimement soudée et fusionnée avec celle des autres, soit directement, soit par une matière intercellulaire déposée entre les cellules. Leur mode d'apparition et de développement embryonnaires le prouve directement. Il n'y a, en effet, ni à l'origine, ni à la périphérie des cartilages pendant la durée de leur évolution, des cellules isolables ou juxtaposées qui aient une paroi propre possédant les réactions caractéristiques de la substance cartilagineuse fondamentale.

Même remarque pour les cellules de la couche qui tapisse toute portion osseuse en voie d'évolution, sauf la surface des *points d'ossification* empiétant sur un cartilage préexistant. Autour des os qui ne sont pas précédés d'un cartilage de même

forme (maxillaires, os de la voûte du crâne, etc.), elle est toujours mince parce qu'elle est envahie par l'os (*ossification par envahissement*, Ch. Robin), à mesure qu'elle-même envahit le tissu lamineux qui la touche (1). Il en est encore ainsi à la surface des os du tronc qui ont été précédés d'un cartilage de même forme dès que l'os arrive près de leur périchondre et tant que dure leur accroissement après la naissance. La substance fondamentale de ce cartilage ne constitue que de très-minces cloisons entre ces cellules. Plusieurs auteurs nient son existence. Cette couche est molle et légèrement jaunâtre à l'état frais. Elle se détache aisément de l'os sous forme de bandes ou

(1) C'est ce cartilage, qu'en raison de son rôle dans l'évolution normale et pathologique, j'ai appelé *cartilage d'envahissement* (Ch. Robin, *Compt. rend. et Mém. de la Soc. de biol.*, 1850, p. 131), et qui a reçu depuis le nom de *couche ostéogène* (Ollier, 1863) ; ce sont les cellules de ses chondroplastes qu'appellent *ostéoblastes* (Gegenbauer, 1864), et *cellules jeunes* ou *embryonnaires des os*, *cellules indifférentes conjonctives* (Stieda) les auteurs qui considèrent cette couche comme formée de cellules simplement juxtaposées entre elles et à l'os, et représentant des ostéoplastes préformés qui peu après sont englobés par la substance osseuse propre et dont s'irradient ensuite les canalicules anastomotiques. Stieda les appelle même *ostéoplastes* (1872) et considère le noyau et le protoplasma qui reste autour comme formant seuls le *corpuscule osseux*. Toutefois j'avais méconnu la présence de ces cellules dans cette *couche d'envahissement*, que je décrivais comme formée de chondroplastes ne contenant qu'un liquide, sans corps cellulaire nucléé ou en d'autres points un noyau seulement (voy. p. 365). Les fibres lamineuses du périoste ou périchondriques si l'on veut, adhèrent naturellement à cette couche cellulaire qui les sépare de l'os et qui prend leur place progressivement en même temps que celles-ci se reforment au delà à mesure que l'ossification les envahit. Elles sont parallèles à la surface de l'os examiné, ou quelques-unes s'en détachent en rayonnant plus ou moins obliquement; mais l'action des réactifs sur les tissus frais montre que le cartilage et le tissu lamineux ne sont pas de même nature quelles que soient les dispositions morphologiques (voy. p. 361). Quel que soit le degré de prédominance de la masse représentée par les noyaux, puis par les cellules sur la substance fondamentale ou intercellulaire, quelle que soit la minceur des portions de celles-ci qui sépare les cavités ou chondroplastes les uns des autres (et même surtout alors), jamais le tissu cartilagineux ne ressemble au tissu connectif et ne s'en rapproche même sur les poissons et les céphalopodes, contrairement à ce qu'avance Gegenbaur (*Anatomie comparée*, 1873, p. 37). Jamais on ne voit cette substance se développer à la manière de ce que fait le tissu connectif; de plus, quand elle passe à l'état strié ou fibrillaire, il n'est pas vrai qu'elle soit changée en tissu cellulaire ou connectif (voy. Ch. Robin, art. CARTILAGE, Diction. encyclop. des sc. méd. Paris, 1871, p. 716). D'autre part, en présence des différences qui séparent chimiquement le tissu lamineux du cartilage (voy. p. 35, et *loc. cit.*, p. 718, et art. LAMINEUX, 1867, p. 233 et 239), ce n'est pas sans étonnement que l'on voit encore des auteurs (Gegenbaur) dire que sous ce rapport ces deux tissus ne diffèrent pas et qu'à divers points de vue il y a une étroite affinité entre eux.

plaques cellulaires. Ses chondroplastes n'ont guère que 0mm,012 à 0mm,020 de largeur, c'est-à-dire un diamètre en général au moins de moitié plus petit que celui des cavités de la plupart des autres cartilages; en outre ils sont bien plus rapprochés les uns des autres. Ils sont à peu près d'égal diamètre en tout sens souvent un peu anguleux. Ces chondroplastes renferment, soit seulement un noyau, soit le plus souvent une cellule finement grenue ayant la forme polyédrique du chondroplaste qu'elle remplit; son noyau est ovoïde, régulier, relativement assez gros.

Les nodules ou petites masses cartilagineuses, tantôt molles, tantôt dures des cartilages en voie de régénération et celles qu'on trouve dispersées au milieu des faisceaux dans certaines tumeurs fibreuses, périostiques ou autres, sont souvent remarquables aussi par ce fait, que les chondroplastes très-petits ne renfermant qu'un noyau sphérique ou ovoïde ne sont séparés les uns des autres que par fort peu de substance fondamentale (voy. p. 365). Il résulte de là qu'il faut parfois l'emploi d'un fort grossissement pour ne pas confondre ces portions cartilagineuses avec de simples amas de noyaux embryoplastiques au milieu des faisceaux de fibres entrecroisées. Le séjour dans l'acide acétique qui attaque celles-ci et non le tissu cartilagineux facilite beaucoup cet examen.

ARTICLE III. — GÉNÉRATION CELLULAIRE DES OS ET DE LA MOELLE OSSEUSE.

La génération du tissu osseux n'est en aucun cas une métamorphose en cellules osseuses et en matière fondamentale des cellules de provenance vitelline (voy. p. 293). Partout il apparaît à une époque où ces cellules n'existent plus depuis longtemps. Qu'il naisse au sein du cartilage, des tissus fibreux, lamineux embryonnaire ou adulte, toujours il se substitue à ces tissus de telle sorte qu'il ne reste plus de traces de leur constitution primitive, même au point de vue de la composition immédiate. Ce qu'il y a surtout de remarquable, c'est que ce fait est encore plus tranché lorsque l'os se substitue au cartilage (*ossification par substitution.* Ch. Robin, 1850) que lorsqu'il remplace le tissu fibreux. L'osséine est en effet semblable

ou très-analogue à la *géline* ou substance organique fondamentale des fibres du tissu lamineux, tandis qu'elle diffère absolument, chimiquement parlant, de la *cartilagéine* ou *chondrogène* (voy. p. 35) qu'elle remplace quand l'os vient se substituer au cartilage.

Dans tous les cas, il y a production de la substance fondamentale (osséine 30, phosphate de chaux 57, carbonates calcaires 8, etc.) entraînant la disparition des éléments des tissus, soit lamineux, soit cartilagineux, suivant les cas, et circonscrivant peu à peu des cavités; dès l'époque de la délimitation de celles-ci on peut mettre à découvert des cellules qui diffèrent de celles des tissus précédents sans qu'on puisse suivre les phases de leur genèse (sauf le cas indiqué page 374, en note) en raison de l'opacité de la substance propre, opacité plus grande lors de la formation qu'elle ne l'est peu après.

Le début de tout *point d'ossification* qui naît au sein d'un cartilage préexistant, soit vers le centre, soit vers la superficie de celui-ci, selon qu'il s'agit d'os courts ou d'os longs, a lieu à peu près de la même manière, qui est la suivante (1).

Dans l'endroit, large de quelques dixièmes de millimètre,

(1) Voy. Ch. Robin, *Sur le siége du premier point d'ossification des os longs* (Journal d'anat. et de physiol., 1864, p. 577 et planches). Notons ici un fait important que nul auteur ne signale. C'est que ces cellules qui, dans les cartilages en voie d'ossification, sont devenues sphéroïdales, larges de $0^{mm},03$ à $0^{mm},05$, transparentes, parsemées de quelques granules graisseux, sont pourvues d'une cavité distincte de la paroi et ne sont plus une masse aussi dense au centre qu'à la périphérie. Cette dernière est directement apercevable dans les chondroplastes. Sa cavité est décelée par le mouvement brownien que présentent les fins granules graisseux flottant dans son contenu liquide, hyalin, à côté de leur noyau. Ce dernier est sphérique, non grenu, sans nucléole généralement et pâle; il est au sein de la cellule ou adhérent à la face interne de la paroi. Toutes ces particularités peuvent être constatées avant l'action de l'eau. L'ammoniaque dissout rapidement le noyau et laisse les granules se mouvoir; mais au bout de quelques minutes elle les fait se rassembler en un noyau immobile sur un point de la circonférence de la cellule, sans dissoudre celle-ci non plus que celles qui n'ont pas de paroi propre. Ces dernières peuvent se trouver dans un même chondroplaste à côté de celles qui sont vésiculeuses. L'amas grenu grisâtre, plus ou moins hérissé de fins prolongements (voy. p. 372) qui, dans leur masse, remplace le noyau sphérique des autres, n'est pas dissous par l'ammoniaque, mais seulement plus ou moins pâli et lentement. Les coupes très-minces, en vidant de leurs cellules les chondroplastes des cartilages d'ossification, montrent que beaucoup de cellules rapprochées en groupes arrondis, etc., simulant un seul chondroplaste volumineux à cellules multiples, se trouvent contenues dans autant de cavités très-rapprochées, séparées les unes des autres par de très-minces cloisons de la substance fondamentale.

où la substance osseuse propre ou fondamentale va paraître bientôt, les chondroplastes perdent leur forme étroite et allongée, anguleuse ou non, dite embryonnaire ou fœtale. Ils deviennent ovoïdes ou arrondis, bien plus larges, à cellules bien développées, nettes, souvent multiples, parfois comprimées réciproquement. Quelquefois aussi ce sont plusieurs chondroplastes à une seule cellule qui sont réunis en groupes de quatre à huit, séparés par une très-mince bande de substance fondamentale hyaline; de sorte que le premier coup d'œil fait croire à l'existence d'un grand chondroplaste à cellules multiples. Les chondroplastes devenus arrondis ou les groupes qu'ils forment se disposent généralement, mais non toujours en séries parallèles entre elles ou irradiées à partir du centre du cartilage, avec une mince bande de substance cartilagineuse fondamentale généralement hyaline, parfois très-finement striée.

Le point d'ossification débute par la production de groupes de granulations phosphatiques disposés sous forme de traînées dans ces bandes de substance fondamentale, vers leur milieu. En se réunissant et devenant cohérents, ces granules de substance osseuse fondamentale constituent bientôt des lamelles continues entre les chondroplastes qu'elles circonscrivent; lamelles qui sur la coupe qui leur est parallèle se présentent sous forme de minces trabécules entrecroisées et se joignant ensemble sous des angles divers. Dans les aréoles circonscrites (dont la coupe transversale a un aspect très-élégant), on reconnaît encore les chondroplastes et leurs cellules n'ayant guère diminué de diamètre, d'autant plus irrégulières et plus grenues qu'on les examine plus près du centre de chaque point d'ossification. On reconnaît ces cellules, soit directement sur des coupes fraîches, soit sur des pièces traitées par les acides minéraux étendus.

Le tissu osseux reste ainsi aréolaire à aréoles larges en moyenne de 40 millièmes de millimètre circonscrivant de toutes parts les chondroplastes; les acides en dissolvant les sels calcaires gonflent la substance organique qui reste après leur action et déterminent la production d'une couche hyaline sinueuse, épaisse d'un centième de millimètre, bordant la face interne des aréoles. Ce n'est qu'à l'époque où le *point d'ossification* déjà blanchâtre et opaque offre un diamètre d'un milli-

mètre et parfois plus, que vers son centre ces aréoles réduites alors à un diamètre de 18 à 25 millièmes de millimètre, prennent les caractères d'ostéoplastes avec cavité pleine de liquide et noyau; en même temps les canalicules radiés anastomotiques commencent à se développer autour d'eux (1).

Un tissu osseux semblable (dit *ostéoïde* par quelques auteurs, *spongoïde* par Broca, 1852), c'est-à-dire aréolaire et dont les ostéoplastes n'ont pas encore de canalicules radiés, dépasse toujours, sur une épaisseur d'un quart à un demi-millimètre, la partie osseuse bien formée, pendant toute la durée de l'ossification des cartilages du squelette de l'enfant (2).

Les lames de ce tissu osseux, qui ont déjà pris la place de la substance fondamentale du cartilage, mais ne se sont pas encore substituées aux cavités et à leur contenu cellulaire qu'elles circonscrivent, ont des contours peu réguliers; elles sont généralement grenues et par suite peu transparentes sous le microscope. Aussi sur les coupes portant à la fois sur le cartilage non ossifié, sur la portion aréolaire ou *ostéoïde* et sur l'os parfait, la partie ostéoïde est plus opaque que la portion à ostéoplastes radiés qui lui fait suite. Ce peu de transpa-

(1) Tant que le tissu osseux d'un point d'ossification est à l'état aréolaire, celui-ci diminue notablement de volume lors de la dessiccation du cartilage qui le renferme, parfois de moitié ou environ.

(2) En d'autres termes, ce n'est qu'à un tiers ou à un demi-millimètre et plus, en dedans de la périphérie du point d'ossification des os précédés d'un cartilage de même forme, que se voient des ostéoplastes déjà pourvus de canalicules radiés (Ch. Robin, *Sur les cavités caractéristiques des os*. Compt. rend. et Mém. de la Soc. de biol. Paris, 1856, in-8, p. 193). Dans diverses productions osseuses morbides et dans les os de beaucoup de poissons, les ostéoplastes restent pendant toute la durée de leur existence à l'état de cellules sans canalicules anastomotiques périphériques. J'ai montré dans le travail cité ici que la glycérine permet de prouver que les cellules osseuses sont des cellules à cavité contenant un liquide, et non des corps cellulaires pleins. Dans les animaux mêmes où les cellules manquent de canalicules le contact de la glycérine cause en effet le dégagement des gaz en dissolution dans ce liquide ou protoplasma; il prend la place de ce dernier, le chasse, s'étend jusque dans les canalicules lorsqu'il y en a, et permet de les mettre nettement en évidence sur les os frais. On peut constater que les cellules osseuses sont creuses un peu avant l'époque où vont se développer leurs canalicules radiés chez l'homme, etc.; que dès leur origine elles diffèrent par ce fait des cellules du cartilage voisin et de celles du tissu cellulaire qui ne présentent rien de semblable. Sur une indication de Doyères, j'ai attribué à Serres le mot *ostéoplaste* dont je m'étais servi dans mes communications sur l'ostéogénie (*Soc. de biologie*, 1850, p. 120) pour désigner les *corpuscules osseux* qu'alors je croyais être non cellulaires; mais je n'ai jamais pu retrouver ce terme dans les écrits de ces auteurs antérieurs aux miens.

rence de la superficie des points d'ossification est même une des causes qui là rendent difficiles ces études ostéogéniques.

Sur des coupes de ce genre on trouve ainsi successivement le cartilage transparent avec ses chondroplastes en séries; puis, dans sa substance fondamentale se voient plus près de l'os les traînées parallèles, granuleuses, à bords plus ou moins nets, du dépôt phosphatique qui, au delà s'anastomosent transversalement par des traînées semblables, circonscrivant encore les chondroplastes; on arrive ainsi à la couche de tissu osseux aréolaire ou *ostéoïde* peu transparente décrite plus haut (1); celle-ci conduit au tissu osseux proprement dit ou parfait, à ostéoplastes bien limités, déjà pourvus de canalicules radiés, et plus transparent que le tissu *ostéoïde*, qui est en continuité avec lui. Dans les points d'ossification déjà vasculaires et volumineux, ce tissu osseux plus transparent, bien constitué, forme une mince couche de tissu compacte, épaisse de 1 à 2 dixièmes de millimètre, selon les os dont il s'agit; derrière elle on retombe, si l'on peut dire ainsi, dans un tissu osseux, qui est du tissu spongieux, c'est-à-dire dans lequel les cavités médullaires ne sont pas closes de toutes parts, communiquent ensemble et sont pleines de moelle. Les cellules médullaires naissent à mesure qu'a lieu la résorption de la substance osseuse compacte précédente, que remplacent ainsi ces alvéoles pleins de moelle dès l'origine. Les lames ou trabécules qui séparent celles-ci sont dures et transparentes comme celles de l'*os parfait*, surtout au contact de la glycérine; elles contiennent des

(1) Il faut noter toutefois que ces prolongements phosphatiques, empiétant sur le cartilage d'ossification dont ils englobent encore les chondroplastes dans les élégants alvéoles qu'ils limitent, n'ont pas, autour des points osseux des os courts et épiphysaires cet état grenu (qui rend leurs bords plus ou moins mal limités) aussi marqué qu'aux bouts des diaphyses. D'une part, ils sont plus épais, homogènes et par suite plus transparents, à bords nettement limités et de leurs faces latérales s'élèvent des mamelons ou tubercules réfractant fortement la lumière, qui en s'allongeant forment eux-mêmes des cloisons. D'autre part ces prolongements sont plus courts, après la naissance surtout; en sorte qu'en partant de leur extrémité, qui en général est mousse, on arrive plus vite au tissu osseux bien formé, tout à fait compacte et derrière lui aux trabécules ou lamelles limitant les alvéoles pleins de moelle du tissu devenu spongieux; en d'autres termes, la couche *ostéoïde* est alors plus mince que dans les périodes antérieures. Quelques modernes ont, sans en dire la raison, changé l'emploi du mot *ostéoïde* et lui font désigner : 1° les uns diverses incrustations calcaires; 2° les autres la surface transparente des colonnettes du tissu spongieux naissant.

ostéoplastes à canalicules radiés anastomotiques entièrement développés (1). Dans la diaphyse des os longs, ces trabécules forment des colonnettes parallèles au grand axe de l'os, perpendiculaires par conséquent à la mince lame compacte qui sépare ce tissu spongieux (destiné à disparaître pour faire place au canal médullaire) du tissu *ostéoïde* et du cartilage ; ces colonnettes limitent là des espaces médullaires plus allongés que dans les os qui doivent rester spongieux, mais à part cela les dispositions fondamentales restent les mêmes (2).

Dès le moment où l'on peut saisir la présence des cellules osseuses dans la substance fondamentale, on constate qu'elles ont une paroi propre et une cavité (3). Pour cela on dissout les sels calcaires de la lamelle par l'acide chlorhydrique, on chauffe la préparation jusqu'à ébullition de l'eau surajoutée et liquéfaction de la petite masse gélatineuse. Le microscope permet ensuite de retrouver les ostéoplastes flot-

(1) Parmi les faits qui montrent que chaque chondroplaste, non plus que chacune des cellules y contenues ne se transforme en une cellule osseuse, il faut noter que dans une étendue donnée du cartilage on trouve plus de cellules qu'on ne voit d'ostéoplastes dans une égale étendue de la couche ostéoïde qui lui fait suite; tandis que dans l'*os parfait* qui est au delà, les ostéoplastes sont bien plus nombreux que ne le sont les cellules dans une masse égale de cartilage, circonscrite ou non par les trabécules calcaires. Dans cet os parfait on peut constater l'apparition de quelques ostéoplastes sous forme de fissures, s'élargissant graduellement comme s'il s'agissait de l'agrandissement en un point de l'un des canalicules radiés d'un ostéoplaste, ayant lieu à mesure que la substance fondamentale augmente elle-même de masse.

(2) Voy. Ch. Robin, *Mém. sur l'évolution de la notocorde*. Paris, 1867, in-4, p. 97 et suiv. Ajoutons qu'il est certain que dans les os longs une couche telle que celle qui a été mentionnée page 374, entoure certaines de ces colonnettes et y joue le même rôle, ainsi que l'ont vu déjà bien des auteurs depuis Gegenbaur. La présence de cette couche cellulaire ou cartilagineuse, ici et entre l'os déjà né et le périoste, réduit à néant l'hypothèse qui faisait provenir les ostéoplastes et leurs canalicules des cellules fibro-plastiques ou conjonctives étoilées. Pour soutenir que l'os appartient aux substances conjonctives, Stieda est obligé d'admettre que cette couche (qu'il nomme *squelettogène*) provient de *cellules conjonctives indifférentes embryonnaires*. Ces cellules diffèrent trop des *médullocelles*, tant noyaux libres que cellules, pour qu'on puisse soutenir encore que les médullocelles sont des cellules d'origine de l'os.

(3) Cette cavité est encore visible surtout lorsque la pièce ayant été traitée par la glycérine avant d'être soumise à l'action des acides, une bulle de gaz reste dans la cellule; ce fait ne se constate que sur un petit nombre de celles-ci, l'acide chlorhydrique dissolvant en partie dans les uns, en totalité dans d'autres, le gaz que la glycérine avait fait dégager dans les ostéoplastes. Toutefois, sur les os ramollis par un séjour prolongé dans les acides étendus de manière qu'on en puisse faire des coupes, le contact de la glycérine fait encore dégager un peu de gaz dans beaucoup d'ostéoplastes.

tant, et qui, en roulant sous les yeux de l'observateur, montrent qu'ils sont un peu aplatis, lenticulaires. On constate que leur paroi propre est finement grenue et tranche par là sur la substance organique tout à fait homogène qui l'entoure encore, quand elle n'a pas été entièrement liquéfiée. Alors aussi on voit, sur ceux qui flottent, que le noyau de ces cellules est adhérent à cette paroi ou même inclus dans son épaisseur. Mais si l'ébullition a été prolongée jusqu'à l'isolement complet de la cellule, jusqu'à totale dissolution de l'osséine, le noyau a disparu tout à fait ou est devenu vésiculeux, très-pâle, difficile à distinguer des gouttes hyalines produites en même temps dans la cavité de la cellule (1).

Lors de la résorption du tissu compacte (p. 379) amenant la production des alvéoles, on voit naître dans ceux-ci dès qu'ils se montrent et avant même que les capillaires y soient arrivés : 1° des médullocelles et un peu de matière amorphe; 2° des myéloplaxes; 3° puis des cellules fibro-plastiques, passant en partie, et plus ou moins tôt, à l'état de vésicules adipeuses; 4° enfin, sur les batraciens il y naît en outre d'assez nombreux chromoblastes se remplissant de granules mélaniques. On peut suivre les phases de ces particularités évolutives au centre de la rotule, du calcanéum, de la tête du fémur, de l'humérus, etc., c'est-à-dire loin du périchondre qui deviendra cartilage; or, là non plus qu'ailleurs il n'est jamais possible de voir les cellules osseuses ni leurs noyaux, se transformer en ces quatre espèces distinctes de cellules, qui sont pleines et non vésiculeuses (aussi longtemps du moins que les cellules fibro-plastiques ne sont pas devenues adipeuses). Ce fait est important, car la mince couche osseuse compacte (p. 379) qui sépare du cartilage les cavités médullaires naissantes, montre que les cellules de la moelle ne viennent pas des cellules cartilagineuses contrairement à ce qu'admettent encore quelques

(1) Ce noyau, dont on doit la découverte à Virchow et bien étudié par Beale, ne se voit aisément que sur les pièces colorées par la teinture de carmin. Il varie un peu de forme et de volume d'un ostéoplaste à l'autre. Il est généralement ovoïde, long au plus de $0^{mm},008$, tantôt à contour régulier, tantôt un peu irrégulier. Il devient peu à peu plus petit et à contours moins réguliers que le noyau des cellules du cartilage d'ossification, que celui-ci soit en masses ou en couches minces (voy. p. 374).

auteurs; d'autre part, la couche épaisse du cartilage rotulien, etc., qui sépare son point d'ossification central du périchondre, prouve qu'elles ne proviennent pas davantage d'une prolification des noyaux de cette enveloppe superficielle.

Pour les premiers points osseux des maxillaires des jeunes embryons, leur génération a lieu dans un tissu embryo-plastique vasculaire mou, sans trace de fibres. Il en est de même pour ceux des os de la voûte du crâne (frontaux, pariétaux, occipital, temporaux), mais ici le tissu, sans avoir encore la texture du tissu fibreux, qu'il aura une ou deux semaines plus tard, est déjà pourvu d'assez nombreuses fibres lamineuses disposées en nappes. Dans les uns et les autres, la substance osseuse naît sous forme de traînées grenues bientôt réunies en une petite plaque entourée de rayons minces et reliées par des traînées de tissu lamineux à des petits points osseux isolés qui les prolongent. Ces traînées ou poussées grenues circonscrivent des espaces circulaires ou ovalaires très-petits, qui dès le début entourent autant de cellules osseuses. Elles sont d'abord très-petites, parfois larges seulement de 4 à 6 millièmes de millimètre, ouvertes aux deux faces de l'os quand les lamelles sont très-minces (*tympanal*, *zygomatique*, etc.); elles leur donnent alors un aspect criblé, aréolaire très-remarquable, dans lequel chaque trou représente un ostéoplaste plus petit ordinairement, mais parfois un peu plus grand qu'à l'état de plein développement. Ces ostéoplastes, en outre, sont plus rapprochés les uns des autres que ne le sont à l'origine ceux de l'os qui se substitue à un cartilage préexistant (1). On peut, dès cette époque, y constater l'existence d'un noyau ou de l'une des cellules décrites page 374; mais la présence d'un liquide ou protoplasma ne se constate qu'à l'époque où se montrent les premières traces des canalicules anastomotiques. Ces ostéo-

(1) Dans les os non précédés d'un cartilage de même forme qu'eux les ostéoplastes sont en effet aussi nombreux dans les portions superficielles de l'os et les plus récemment nées que dans les parties déjà anciennes, et l'on ne trouve pas à cet égard les particularités indiquées page 380, en note. Voyez aussi Magitot et Ch. Robin, *Genèse et développement des follicules dentaires* (Journ. de physiol. Paris, 1861, in-8, p. 153 et 160, en notes); *Sur le cartilage de Meckel* (Ann. des sc. nat. Paris, 1862) et Ch. Robin, *Sur l'évolution de la notocorde*, 1867, in-4, p. 104.

plastes de l'os naissant, encore lamelleux, se reconnaissent facilement comme tels, 1° par ce que beaucoup, dès l'origine, sont pourvus d'incisures qui sont le commencement des canalicules radiés, 2° parce qu'en examinant ces cavités de plus en plus avant dans l'os, on les trouve closes de toutes parts et avec des formes lenticulaires de mieux en mieux déterminées et une plus grande longueur. Toutefois, ce n'est que peu à peu qu'ils deviennent étroits et allongés. Quand le bord de l'os naissant est épais, on voit des ostéoplastes encore ouverts communiquant avec sa superficie par un canalicule plus ou moins large; d'autres dans leur voisinage immédiat déjà tout à fait clos, sont sphéroïdaux, à surface rendue irrégulière par la présence de canalicules radiés assez nombreux, relativement larges, déjà anastomosés entre eux ou en continuation avec les ostéoplastes voisins qui sont très-rapprochés les uns des autres, plus que dans le tissu osseux succédant au cartilage. De là un aspect comme cribleux très-remarquable de ce tissu, naissant ainsi sans passer par l'état *ostéoïde* que présente, durant la génération des ostéoplastes, le tissu osseux qui se substitue au cartilage; car les aréoles des points d'ossification à l'état ostéoïde ne doivent pas être confondues avec les espaces circulaires ou ovalaires circonscrits par les trabécules osseuses ramifiées et anastomosées. Ces espaces sont pleins ici de tissu embryoplastique, et bientôt de tissu lamineux, puis plus tard ils concourent à former le diploé plein de vaisseaux et de moelle.

Que les trabécules ou les lames de l'os naissant dans ces conditions soient minces, épaisses ou arrondies, les bords de la plupart, mais non de toutes, sont pourvus d'une couche d'envahissement (voy. p. 374) épaisse de 1 à 3 centièmes de millimètre; elle sépare la surface même de l'os, soit du tissu mou des mâchoires de l'embryon, soit du tissu lamineux ambiant déjà disposé ou non en péricrâne, soit du périoste quand il s'agit des os longs et courts durant leur développement, avant et après la naissance. Lorsqu'elle existe, c'est sur ses limites et celles de l'os même que sont les ostéoplastes en voie de génération. Ici on voit bien la substance osseuse propre englobant des cellules qui deviennent ainsi des ostéoplastes, mais qui sont

encore manifestement analogues par leur grandeur, la forme et le volume de leurs noyaux aux cellules de la couche d'envahissement que la matière osseuse n'a pas encore enveloppées, et dont le mode de génération n'est pas bien déterminé (1).

ARTICLE IV. — GÉNÉRATION DES ÉLÉMENTS DU TISSU CELLULAIRE EN PARTICULIER.

Dans les mammifères, les cellules composant le *feuillet moyen* du *blastoderme* (*cellules primitives* ou *primordiales* de quelques auteurs, voy. p. 200 et 293) se voient encore, pendant un certain temps, alors que les noyaux embryoplastiques ont commencé à naître dans l'axe ou partie centrale des membres; mais on n'en trouve plus qu'une mince couche à la surface de ces parties immédiatement au-dessous de l'épiderme. Cette couche disparaît rapidement.

(1) Cette particularité fait que sur les coupes perpendiculaires à la surface des os de la voûte crânienne naissante on trouve sur chaque face, comme sur les bords, cette mince *couche d'envahissement*. C'est ce qui a fait croire que les pariétaux, etc., naîtraient dans l'épaisseur d'une couche cartilagineuse mince ayant dans le crâne membraneux fœtal, la place et la forme des pièces osseuses qui dédoubleraient cette couche en s'étendant (voy. Le Courtois, Thèse. Paris, 1870). Les os, dont je viens de parler, qui ne sont pas précédés d'un cartilage de même forme que celle qu'ils ont plus tard, ne naissent jamais avec la disposition morphologique qu'ils présenteront un jour. En outre, ils changent davantage et beaucoup plus longtemps avec l'âge que les os précédés d'un cartilage semblablement conformé. Ils offrent aussi des variétés de nombre et de forme plus nombreuses et plus notables sur les sujets de même âge et de même espèce. Enfin, ils diffèrent généralement plus de leurs homologues d'une espèce à l'autre, que ne le font les os qui ont commencé par être cartilagineux. Ils offrent en outre, soit à l'état normal, soit pathologiquement, des particularités physiologiques que ne présentent pas les autres os. Ce fait domine, si l'on peut ainsi dire, les particularités que présentent ces os, comparativement aux autres, sous le point de vue de leurs connexions qui ne sont jamais des *articulations* proprement dites ou mobiles, mais des *synarthroses*. On remarquera ici que les faits qui viennent d'être exposés prouvent que ce n'est pas le périoste qui forme l'os quand il naît, soit loin de lui (p. 379 et 381), soit avant qu'il existe réellement comme membrane distributive des vaisseaux (Ch. Robin, *Journ. d'anat. et de physiol.*, 1864, p. 522). D'autre part, ce n'est point le cartilage qui fait l'os dans le cas du maxillaire inférieur (p. 382), puisque nul cartilage n'existe là quand l'os apparaît, ni pendant les premiers jours de son évolution. Il en est de même pour le cadre du tympan, etc. Ce n'est pas du périoste, mais de l'os lui-même que part la formation du cal (Littré et Robin, *Dictionn. de méd.* dit de Nysten, 10e édit., 1855, art. CAL, p. 192 et 11e, 12e et 13e édit.). Ce qui est pour la régénération des os rompus est, à plus forte raison, du cas où un état congestif, etc., amène la régénération d'un os sur toute la surface de celui-ci (voy. aussi l'art. PÉRIOSTE, 11e 12e, et 13e édit. de ce Dictionnaire).

Ces cellules sont polyédriques, à angles arrondis, ou un peu irrégulières par pression réciproque. Il en est pourtant qui, au lieu d'être polyédriques ou un peu irrégulières, ou partie arrondies, partie polyédriques, sont au contraire sphériques (fig. 74, *a*, *a*) ; mais la plupart ont les formes un peu polyédriques plus ou moins régulières qui viennent d'être signalées. De toutes ces particularités, il résulte quelques variétés d'aspect extérieur, mais restreintes entre des limites assez étroites.

Leur diamètre est de 8 à 11 millièmes de millimètre dans le foie et de 10 à 12 dans le cœur, etc., avant l'action de l'eau : celle-ci fait atteindre 14 à 15 millièmes à la plupart d'entre elles. Leur noyau a 4 à 5 millièmes de millimètre, quelquefois 6 millièmes.

Ces cellules sont pâles, transparentes, à contour peu foncé, mais net, rarement un peu dentelé chez celles surtout qui sont polyédriques et n'ont pas encore subi l'action de l'eau. Elles sont assez molles pour se déprimer par contact réciproque, et les manœuvres de la préparation les déchirent quelquefois plus ou moins irrégulièrement sans beaucoup de difficulté.

L'eau les pâlit en les gonflant ; l'acide acétique les pâlit considérablement, puis peu à peu dissout complétement le corps de la cellule. Il ne dissout pas le noyau ; mais d'homogène ou à peine grenu qu'il était, ce dernier devient plus granuleux, plus foncé, prend un contour plus noir et un peu moins régulier.

Ces cellules se composent d'un corps et d'un ou deux noyaux contigus ou écartés placés vers le centre ou près de la surface de la cellule. La masse cellulaire est pâle, transparente. Elle est uniformément parsemée de fines granulations grisâtres, peu rapprochées les unes des autres, quelquefois plus nombreuses autour du noyau que vers la surface (*c*, *e*). Il est des embryons chez lesquels, outre ces petites granulations qui atteignent à peine un demi-millième de millimètre, quelques cellules renferment de petits amas de granulations à centre jaune, à contour foncé, ou des granulations semblables, en petit nombre, écartées les unes des autres. L'eau, en gonflant les cellules, fait disparaître à la longue les fines granulations grisâtres sur quelques-unes de celles-là, ou les fait se réunir

sous forme d'un amas nuageux, pâle, mal limité, sur un des côtés du noyau.

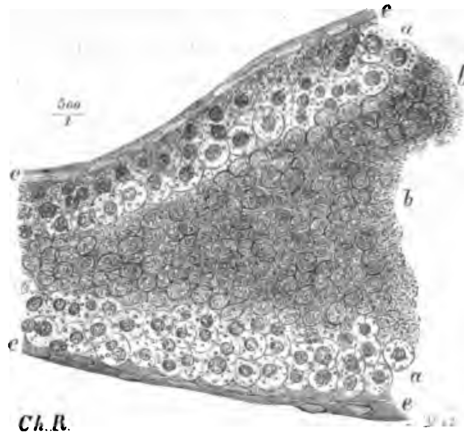


Fig. 74 (*).

Le noyau ou les noyaux lorsqu'il y en a deux, ce qui n'est pas rare, sont sphériques, assez foncés, à contour net, noirâtre, bien arrondi, à centre plus transparent que le reste de sa masse, soit homogène, soit très-finement et uniformément granuleux. Ces granulations sont plus foncées et plus rapprochées que celles qui parsèment le corps de la cellule, mais elles sont à peine plus grosses.

Il est rare de trouver un nucléole dans ces noyaux et dans quelques-uns seulement ; quand il existe, il est petit et foncé.

Ces cellules ne diffèrent pas notablement entre elles d'une espèce de mammifères à l'autre. Dans la vache, elles sont pourtant un peu plus grandes que chez l'homme et un peu plus pâles. Sur le lapin, elles sont un peu plus petites et également un peu plus pâles. Dans le chien, elles ressemblent beaucoup à

(*) Portion du prolongement caudal ou coccygien d'un embryon de vache long de 14 millimètres ; il est pris à la base de cet organe, dans toute sa largeur. *a*, *a*, couche mince de cellules embryonnaires, placées immédiatement au-dessous de l'épithélium. Cette couche manquait dans toute l'étendue de la tête et du cou, dans laquelle existaient déjà des groupes de cellules fusiformes, etc. ; mais elle existait encore aux membres, et sur les côtés et en arrière du tronc. *b*, *b*, tissu placé au centre du prolongement caudal ; il est formé de noyaux embryoplastiques, ovoïdes et sphériques, sans nucléoles, avec une petite quantité de matière amorphe finement granuleuse qui les tient à la fois agglutinés et réunis. Les moignons des membres étaient composés en totalité par ce tissu (*b*) dit *embryoplastique* en raison de ce fait ; *e*, *e*, couche mince de cellules épithéliales, pâles, très-finement granuleuses.

celles de l'homme. Du reste, chez ces animaux, les différences ne dépassent pas celles que l'on trouve d'un individu à l'autre des embryons humains du même âge, et portent sur le volume ainsi que sur le plus ou moins de granulations qu'elles renferment (1).

Vers le temps où naissent les faisceaux musculaires, etc. (p. 305), on voit sur les mammifères à ces cellules succéder les noyaux libres, dits *embryoplastiques*, d'abord sphériques (fig. 74, *b*), puis ovoïdes, sans nucléole, sans qu'ils en dérivent directement ; ils sont souvent accompagnés de cellules sphéroïdales ou ovoïdes, parfois plus ou moins irrégulières, ayant (fig. 75, *c*, *d*) un noyau semblable aux noyaux libres (voy. la note p. 203). Ces éléments, avec un peu de matière amorphe (fig. 75, *e*, *e*), prennent une part considérable à la constitution du corps de l'embryon (d'où le mot *embryoplastique*). Le tissu grisâtre ou blanchâtre, mou, friable, pulpeux, demi-transparent, gélatineux, qu'ils composent, a été appelé *tissu cellulaire* ou *muqueux primordial embryonnaire* par les anciens. Peu à peu les fibres élastiques, les fibres musculaires, les tubes nerveux, les cartilages, etc., continuant à se multiplier dans le tissu embryoplastique, celui-ci est remplacé par les précédents, entre les parties desquels il en reste, comme cloisons ou trame accessoire. Ceux de ces noyaux qui là ne deviennent pas le centre de génération de fibres lamineuses (voy. la note, p. 346) y restent toujours. Ce sont eux qui ont reçu le nom de *noyaux et cellules* ou *globules et corpuscules du tissu cellulaire*, de *globules*, *noyaux ou cellules ovoïdes fibro-plastiques*, etc. Après avoir prédominé dans l'embryon, et être peu à peu devenus accessoires dans les tissus de l'adulte, ils peuvent se multiplier outre mesure (*hypergenèse*) et ainsi donner alors naissance à des tumeurs (dites souvent *encéphaloïdes*, *sarcomateuses* et *fibro-plastiques à noyaux prédominants*) qui reproduisent, quant à l'aspect extérieur de leur tissu même, les caractères du tissu du corps de l'embryon.

Lors de leur apparition ils ont des caractères un peu différents de ceux qu'ils ont plus tard ; c'est-à-dire ceux des noyaux dits

(1) Ch. Robin, *Sur la structure de la vésicule ombilicale* (Journ. de physiol. Paris, 1861, in-8, p. 317).

cytoblastions (*Dict. de méd.*, 10e édit., 1855). Ils apparaissent sous la forme de noyaux libres, sphériques (fig. 74, *b* et 75, *g*); quelques-uns sont un peu ovoïdes (leur largeur est de 0mm,004 à 0mm,006, rarement plus). Grisâtres, pâles sur le vivant, ils montrent à l'état cadavérique de fines granulations de teinte assez foncée, mais sans nucléole proprement dit (voy. p. 354). Une autre variété, toujours bien moins abondante, offre la forme de cellule sphérique, nullement ou peu granuleuse, entourant de près un noyau semblable aux noyaux libres (fig. 75. *d*). Ces éléments restent pendant toute la vie à cet état, dans l'épaisseur du tissu du derme cutané, du chorion des muqueuses, de leurs villosités surtout, des séreuses et dans le parenchyme pulmonaire, dans celui des vertébrés plus petits que l'homme particulièrement. Ils y forment ce qui a été improprement appelé *tissu adénoïde* ou *lymphoïde*. On les trouve constamment dans les productions morbides suivantes : tubercules et épaississements lépreux du chorion tégumentaire; fongosités ou tissu vasculaire des plaques muqueuses syphilitiques, condylomes, chancres indurés ou non; tumeurs gommeuses syphilitiques, tumeurs fibro-plastiques; plaques et granulations grises ou jaunâtres de la pie-mère emflammée; granulations grises isolées ou confluentes, dites granulations grises tuberculeuses du poumon de la *phthisie*, soit *aiguë*, soit chronique; granulations grises ou jaunâtres du rein de certaines formes de néphrite; productions demi-transparentes ou fongueuses autour des *tumeurs blanches;* végétations, polypiformes ou non, des muqueuses, celles de la vessie entre autres, dans les chalazions, etc. On les trouve enfin au début de la formation des *bourgeons charnus* des plaies, des néomembranes des séreuses, dans les cicatrices, etc.

L'acide acétique ne dissout pas les noyaux embryoplastiques, il les resserre un peu, rend leurs bords plus foncés et un peu irréguliers et flexueux. Il les rend plus faciles à voir, mais leur ôte de leur régularité. Ce même acide pâlit beaucoup, puis finit par dissoudre tout à fait le corps des cellules embryoplastiques. Quelques noyaux renferment, soit au centre, soit près de leurs extrémités un ou deux nucléoles (fig. 75, *g*), très-petits (0mm,001), nettement arrondis, à contour foncé et

à centre brillant. Entre le nucléole et la circonférence du noyau la masse de celui-ci est souvent claire, dépourvue de granulations, ce qui est fréquent dans les fongosités des tumeurs blanches. Mais dans la majorité des cas ils renferment une poussière de granulations extrêmement fines, éparses entre le

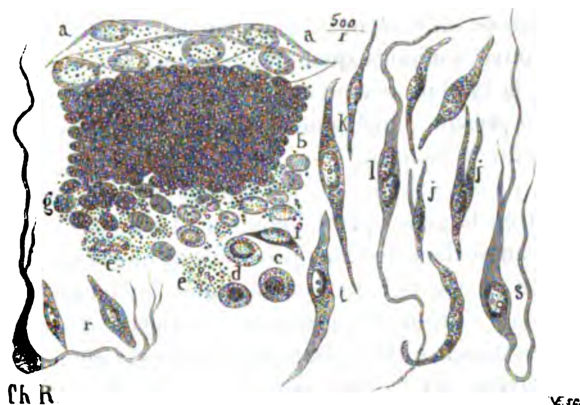


Fig. 75 (*).

nucléole et le contour de l'élément. Ceux des noyaux qui sont ronds ne diffèrent pas des autres sous ce rapport.

Ce n'est parfois qu'assez avant dans la durée de la vie intra-utérine que leur nucléole apparaît chez l'homme, lorsque toutefois il naît avant la naissance, et encore ne se montre-t-il pas sur tous les noyaux. Dans les ruminants au contraire, beaucoup de noyaux offrent un nucléole ou même deux ou trois

(*) Tissu de la tête d'un embryon humain long de 5 millimetres (remis le 5 juillet 1854 par MM. Jamain et Verneuil). *a*, épithélium pavimenteux; *b*, tissu formé de noyaux embryoplastiques à contours foncés, réfractant assez fortement la lumière, à contour un peu irrégulier ou légèrement dentelé, ovalès, ou un peu polyédriques, circulaires lorsqu'ils sont vus debout, longs de 7 à 9 millièmes de millimètre. Leur irrégularité est surtout due à un peu de matière amorphe et à des granulations moléculaires interposées aux noyaux et leur restant adhérentes lorsqu'ils sont dissociés et isolés; *c*, *d*, cellules embryoplastiques de petit volume, sphériques, ovoïdes ou un peu irrégulières, accompagnant en tres-petit nombre les noyaux; *e*, *e*, matière amorphe granuleuse interposée aux éléments précédents, se séparant en petits grumeaux. La sclérotique était composée des mêmes noyaux et d'un peu de matière amorphe aussi; mais les éléments étaient plus serrés, plus adhérents les uns contre les autres et plus foncés. Il est des régions, comme le dos, où cette matière amorphe est un peu plus abondante qu'ailleurs et surtout plus granuleuse; *f*, noyau vers les deux extrémités duquel commence à se produire un élément fibro-plastique fusiforme; *g*, noyaux embryoplastiques isolés, vus par le bout ou dans le sens de leur longueur, accompagnés ou non de granulations qui leur adhèrent; *i* à *s*, cellules fibro-plastiques du tissu lamineux sous-cutané du dos d'un embryon humain long de 7 centimètres; *i*, *k*, cellules fusiformes à noyau nucléolé; *j*, *j*, cellules fusiformes à pointe ou prolongement double d'un côté: *l*, longue cellule à deux noyaux; *r*, *s*, cellules déjà prolongées en fibres, produisant plusieurs fibres à chacune de leurs extrémités.

très-manifestes bien que petits peu de jours après leur origine. Très-granuleux assez foncés dans le principe chez l'homme, ces noyaux deviennent souvent par la suite plus pâles, mais toujours plus allongés ; sur le bœuf leur centre devient un peu plus transparent et les bords restent très-nets.

A l'état adulte, la plupart des noyaux embryoplastiques ont 9 millièmes de millimètre de longueur sur 5 à 6 de large, mais on en trouve toujours quelques-uns qui ont de $0^{mm},007$ à $0^{mm},010$, la largeur restant à peu près la même, ce qui donne une forme presque sphérique aux plus petits, tandis que les autres sont nettement ovoïdes. Dans les fongosités des tumeurs blanches, ils ont souvent de 2 à 5 millièmes de millimètre de plus, tant en largeur qu'en longueur. La même particularité s'observe aussi dans diverses productions morbides inflammatoires, dans les ganglions lymphatiques enflammés, dans la muqueuse de l'utérus hypertrophiée et devenue caduque.

Dans les tumeurs fibro-plastiques formées surtout de noyaux, et qui souvent ont l'aspect colloïde, on trouve ordinairement une quantité variable de noyaux, dont la longueur atteint 14, 15 et 18 millièmes de millimètre. La largeur au contraire reste la même ou ne dépasse pas 6 à 7 millièmes de millimètre, ce qui leur donne une forme ellipsoïdale allongée, très-remarquable. Ceux des cellules ont les mêmes dimensions. Des éléments semblables et plus grands se rencontrent aussi dans les tumeurs hypertrophiques de la mamelle qui ont l'aspect grisâtre, demi-transparent, dans les espèces de végétations (formées, soit de tissu glandulaire, soit de tissu cellulaire, avec aspect et consistance gélatiniformes qui leur ont fait donner le nom de *végétations hydatiformes*), qui, de la masse glandulaire, font saillie dans les kystes de ces tumeurs.

Dans toutes les conditions où ils se rencontrent chez l'adulte, mais surtout dans les tumeurs qui en renferment beaucoup, les éléments embryoplastiques peuvent acquérir un volume plus considérable, surtout dans le sens de la longueur. Généralement en même temps s'y produit un nucléole arrondi ou allongé, quelquefois deux ou même trois, placés dans le sens du grand axe de l'élément, rarement l'un à côté de l'autre. Cette augmentation de volume peut aller jusqu'au double et au

triple même des dimensions habituelles ; il en résulte, pour ces éléments, dans lesquels la longueur l'emporte toujours sur la largeur, un aspect tout particulier, avec déformations diverses, mais sans tendance à prendre les caractères de quelque autre espèce d'élément anatomique que ce soit. C'est ordinairement dans les tumeurs volumineuses, qui en renferment beaucoup, et particulièrement si elles sont molles, que ce fait s'observe.

L'augmentation graduelle de volume porte surtout sur la longueur de l'élément, avec ou sans production d'un ou de plusieurs nucléoles brillants. Les noyaux se présentent alors sous forme d'un corps ovoïde allongé, pouvant atteindre 18 à 20 millièmes de millimètre, plus clair au centre, moins granuleux généralement que les noyaux normaux. Ils sont toujours accompagnés d'un certain nombre de ceux-ci et d'autres qui offrent toutes les phases intermédiaires de développement, permettent de reconnaître facilement le type auquel se rattachent ceux mêmes qui offrent le degré d'hypertrophie le plus avancé, avec ou sans inflexion vers le milieu ou les extrémités.

C'est à partir de l'époque où l'embryon humain atteint de 8 à 10 millimètres, c'est-à-dire un peu après celle où existent déjà les fibres musculaires, qu'apparaissent les premières fibres lamineuses. Elles ont pour centre de genèse, aussi bien dans les tendons que dans le tissu lamineux proprement dit, les noyaux embryoplastiques précédents. L'examen des phases successives de cette naissance et de cette évolution contredit formellement l'hypothèse d'après laquelle, au lieu d'être constitué principalement par des éléments anatomiques distincts, le tissu lamineux ne serait qu'une substance ou masse, dite conjonctive, simplement striée et non fibrillaire (1).

(1) Partout le tissu dit *cellulaire*, *lamineux* ou *conjonctif*, passe par ces phases de *noyaux* et de *cellules* fibro-plastiques avec leurs *dépendances fibrillaires* ; au milieu de celles-ci qui finissent par prédominer, on retrouve des noyaux et même des cellules fusiformes ou étoilées. Toute substance homogène ou striée, peu importe, qui ne passe point par ces phases, n'est pas du tissu lamineux, ne lui est comparable ni par sa composition immédiate, ni par ses réactions, ni par ses usages physiologiques, quoi qu'on ait voulu soutenir à cet égard pour presque toutes les parties de l'économie disposées sous forme de cloisons ou d'enveloppes minces. (Voy. pages 115, 119, 124 et 129.) Ainsi n'est tissu cellulaire ou lamineux que ce qui embryogéniquement a passé par les phases de noyau dit du tissu cellulaire et de cellule fibro-plastique avec ses dépendances fibrillaires. C'est Schwann qui, le premier (1838), a décrit ces cellules sous le nom

Aux deux extrémités d'un certain nombre de noyaux, mais jamais de tous absolument, naît d'abord une petite quantité de substance organisée disposée en pointe aiguë à chaque extrémité du noyau. On a alors sous les yeux une cellule fusiforme à la partie la plus élargie de laquelle se trouve le noyau (fig. 75, *f*, *k*, *j*, *r*, *s*). D'abord petit et à extrémités aiguës et courtes, cet élément grandit peu à peu, mais lentement, et le temps nécessaire pour que des fibres dérivent de la paroi pelliculaire propre paraît être d'au moins un mois sur l'embryon. Chez le fœtus, comme chez l'adulte, il en est qui peuvent rester à cette phase d'évolution par véritable arrêt de développement pendant un temps plus ou moins long, en constituant la variété dite *cellules* ou *corps fibro-plastiques fusiformes*. Dans quelques conditions accidentelles, on en voit même qui subissent de véritables modifications tératologiques de forme et de structure bien décrites par Ordonez, ou qui normalement passent à l'état de vésicule adipeuse par réplétion graduelle de gouttes graisseuses. Il n'est pas rare, particulièrement dans certaines tumeurs du périoste formées principalement par ces éléments, de les trouver à un état d'hypertrophie considérable, portant à la fois sur le noyau et sur le corps cellulaire, plus ou moins déformés l'un et l'autre et pouvant être jusqu'à 6 à 8 fois plus grands qu'à l'état normal.

Les cellules fibro-plastiques sont transparentes, incolores ou de teinte grisâtre quand elles sont très-granuleuses, et alors elles sont un peu moins transparentes qu'à l'ordinaire. En général leur contour est pâle bien que net; cependant il est des circonstances dans lesquelles les contours sont plus nets et plus foncés que dans d'autres, soit normaux, soit morbides. Leur transparence, la netteté et la pâleur de leurs bords sont à noter surtout dans les productions morbides mentionnées page 390, et dans les fongosités des *tumeurs blanches*.

de *cellules fusiformes*, etc. Lebert les a appelées *corps* ou *cellules fibro-plastiques* (1845). Depuis lors, Virchow (1851) a changé ces noms contre celui de *cellules plasmatiques;* mais ce n'est pas à lui que la découverte de ces cellules est due contrairement à ce qu'avancent quelques médecins. Ajoutons que les faits indiqués pages 373, 374 et 382, montrent bien que ces prétendues *cellules plasmatiques* ne sont pas dans le périoste qui par transformation directe deviendraient les cellules (*ostéoplastes*) de l'os qui s'accroît.

Entre le noyau et le pourtour de la cellule, il existe presque toujours de fines granulations (*protoplasma* de Remak, etc.). Elles sont en général uniformément distribuées, quelquefois pourtant elles sont accumulées vers la périphérie, et le centre en renferme peu ou point. La transparence des cellules est d'autant plus grande qu'elles sont moins granuleuses et *vice versa*. Normalement ces granulations sont toutes de volume uniforme à peu de chose près; elles n'atteignent pas 1 millième de millimètre. L'uniformité de leur volume et de leur distribution tend à donner un aspect caractéristique à ces éléments, qui les distingue de prime abord de beaucoup d'autres espèces. Ces granulations peuvent être assez abondantes pour masquer le noyau, ce qui ne se rencontre guère que dans quelques-unes des tumeurs qui ont l'aspect colloïde. Ce fait est d'autant plus important à connaître que le noyau dans ces cellules est extrêmement pâle.

La genèse de la portion de substance organisée aux extrémités seulement du noyau donne au tout la disposition de cellule fusiforme; elle est anguleuse, *étoilée* quand cette substance s'étend en pointe sur les côtés du noyau. On voit ensuite peu à peu grandir ces prolongements. Quand chacun est arrivé à avoir une longueur de 5 à 6 centièmes de millimètre au moins, de 1 à 2 dixièmes au plus, il en est souvent qui se bifurquent ou se trifurquent (p. 339, fig. 75, *r*), et chacun grandit sous forme d'une mince fibre ou filament très-pâle plus ou moins onduleux. Quand ce fait a lieu seulement dans la direction des deux extrémités du noyau d'une cellule fibroplastique fusiforme et que les minces fibres sont rapprochées, elles représentent une sorte de fascicule ou de mèche appendue à chaque extrémité du corps fusiforme encore pourvu de son noyau. Cette disposition est particulièrement caractérisée et remarquable pendant la durée du premier développement des fibres des tendons et des ligaments.

En présence d'une cellule fusiforme ou étoilée on ne saurait fixer la quantité de fibres lamineuses qu'on a sous les yeux, car le nombre de celles qui en partent varie de l'une à l'autre de leurs extrémités. On doit se borner à constater qu'on a devant soi une cellule fibro-plastique en voie d'évolution, à telle ou telle

des premières périodes de son développement (voy. la note 2 de la page 267 et page 348), dont la paroi pelliculaire ne possède pas les fibres lamineuses qu'elle est susceptible de produire.

Quelles que soient les modifications évolutives normales ou accidentelles que présentent ces cellules (1), jamais le noyau qui a servi de centre de génération à un corps fibro-plastique, ne se développe en fibres comme le fait la paroi de la cellule qui vient de naître autour de lui. Au contraire, il s'atrophie plus ou moins ou reste tel sans se développer, si ce n'est dans quelques cas pathologiques où on le voit s'hypertrophier sensiblement avec ou sans multiplication par scission répétée au centre d'un plus ou moins grand nombre de corps fibro-plastiques (voy. p. 220, 405 et 406). Les noyaux embryoplastiques qui restent libres, qui conservent leur individualité anatomique et physiologique, peuvent au contraire s'hypertrophier ; alors ils se multiplient ou non par scission, acquièrent un ou plusieurs nucléoles en s'hypertrophiant, présentent diverses modifications de structure, comme le passage à l'état granuleux, etc. (voy. p. 82).

Quant au noyau qui a servi de centre à cette génération de fibrilles l'acide acétique le met en évidence, non toujours avec la figure régulière qu'il avait auparavant, mais sous forme d'un corpuscule allongé, irrégulièrement ovoïde, à contour comme dentelé ou ondulé et recourbé un peu, en demi-cercle ou en S. Dans les tissus tendineux et fibreux proprement dits, il s'atro-

(1) Il importe de répéter ici que la production de ces minces fibres aux extrémités de la cellule fusiforme, d'abord simple et à noyau central, et leur allongement ne sont point le résultat d'une division longitudinale graduelle d'un long corps cellulaire préexistant, mais bien celui de la production évolutive incessante de substance organisée s'ajoutant molécule à molécule dans l'intimité même de celle qui forme chaque prolongement ou fibrille séparément. En aucune circonstance également, on ne voit ces fibres, soit rapprochées les unes des autres comme dans l'exemple précédent, soit divergentes en toutes directions comme dans le cas des *corps fibro-plastiques étoilés*, se fondre et se souder ensemble pour former une substance homogène ou simplement striée, dite conjonctive. La netteté avec laquelle on voit des fibres lamineuses isolées s'entrecroiser avec d'autres dans les séreuses, tels que le péritoine sur les animaux encore vivants, vient aussi montrer qu'il s'agit bien là de filaments doués naturellement d'une individualité caractéristique et non d'une substance homogène artificiellement subdivisée en fibres. Quelque cohérentes ou empâtées dans de la substance amorphe qu'elles soient, on peut, par isolement ou par coloration, prouver encore ce fait.

phie plus ou moins. On peut dire d'une manière générale, que cette atrophie est proportionnelle au degré de développement des fibres mêmes auxquelles le noyau a servi de centre de génération, comme on le voit dans les tissus précédents, le derme, etc.; mais elle n'a pas lieu dans les organes qui, comme la trame de l'ovaire, la muqueuse de l'utérus, la trame de la cornée, etc., renferment toujours beaucoup de ces éléments qui restent à l'état de cellules fibro-plastiques fusiformes et étoilées, sans production des prolongements fibrillaires.

Chez l'adulte, dans des tumeurs, volumineuses ou non, stationnaires déjà depuis longtemps et dans quelques conditions séniles mais non morbides, à proprement parler, il est commun de trouver des cellules fibro-plastiques nombreuses; elles accompagnent ordinairement des fibres lamineuses bien développées, tantôt plus, tantôt moins abondantes qu'elles et des noyaux libres. Là et dans les néomembranes elles y sont souvent disposées en nappes, en bandelettes ou en faisceaux proprement dits, par suite de leur juxtaposition à la suite les unes des autres avec élégant enchevêtrement réciproque de leurs extrémités. Les fibres lamineuses arrivées à la période du développement dite de corps fibro-plastiques, fusiformes ou étoilés, peuvent donc rester stationnaires à cet état fœtal pendant un temps relativement considérable; ce peut être même pendant toute la vie dans la trame réticulée des ganglions lymphatiques, dans la muqueuse utérine, etc. Ces cellules fibro-plastiques qu'on rencontre si fréquemment dans les tumeurs et partout où il y a production de tissu lamineux nouveau, quelle qu'en soit la cause, sont réellement des fibres lamineuses à l'état fœtal, arrêtées dans leur évolution par suite de conditions encore non déterminées. Mais il n'y a que ces *cellules fusiformes et étoilées* qui soient *fibro-plastiques* et qui puissent recevoir ce nom, c'est-à-dire qui donnent naissance à des fibres. Jamais les noyaux libres ne deviennent eux-mêmes des fibres.

C'est ainsi que naissent et se développent les fibres lamineuses chez l'embryon et chez l'adulte, dans les tumeurs dites fibro-plastiques, etc., sans que le corps fusiforme ayant un noyau dans sa partie la plus renflée offre comme particularité

constante et inévitable la disposition de cellule arrondie ou ovoïde, qui se voit pourtant sur un petit nombre de ces éléments nucléés. En général la substance se développe en une masse étroite et allongée; elle grandit en prenant la disposition de fibrilles flexueuses de plus en plus longues; en même temps le noyau lui-même s'allonge un peu, se rétrécit sensiblement, devient un peu plus granuleux, quelquefois à contour moins net et se différencie de la sorte des noyaux embryoplastiques qui sont restés libres sans devenir centre de génération des fibres. Ce fait est surtout frappant dans les tendons (voy. p. 405), dans le périoste et dans les autres parties du corps où le tissu lamineux est disposé en faisceaux serrés. Ici les noyaux deviennent de bonne heure étroits et paraissent allongés bien que quelques-uns ne soient pas notablement plus longs que ceux qui ont encore leur forme ovoïde.

Parmi les particularités évolutives les plus remarquables que présentent les fibres lamineuses en particulier, on doit noter celles qui, tant normalement qu'accidentellement, amènent un certain nombre de corps fibro-plastiques à posséder l'état de cellules ayant paroi et contenu distincts, et cela sans que cette vésicule cesse d'être en continuité avec des fibres proprement dites qui en font comme autant de prolongements. Quant au contenu, protoplasma véritable (voy. p. 241 et suiv.), il est ici formé de gouttelettes huileuses devenant de plus en plus nombreuses, avec ou sans liquide hyalin entre elles et le corps cellulaires distendu, vésiculeux. Peu à peu elles se réunissent en une seule grosse goutte homogène donnant à ces éléments les caractères qui les ont fait appeler cellules adipeuses et considérer comme espèce anatomique distincte. Mais, au contraire, chacune ne représente qu'une modification évolutive ascendante, une phase de développement, qui débute alors que la cellule est née depuis assez longtemps déjà, a pris les caractères de corps fibro-plastique, et, souvent, a de plus donné naissance à des fibres lamineuses proprement dites de longueur considérable, mais indéterminée; puis arrivée à tel ou tel degré, cette phase évolutive peut en outre offrir elle-même une marche inverse qui modifie encore la structure de l'élément, sans que toutefois il reprenne les caractères de corps

fusiforme ou étoilé qu'il possédait au début; sans que ces modifications nouvelles reproduisent celles qui ont eu lieu antérieurement et soient un retour vers elles (1).

Il y a là, comme on le voit, une modification de structure des cellules fibro-plastiques qui survient dans cette seule portion qui, après le développement de ces fibrilles multiples, reste encore à l'état de corps cellulaire fusiforme ou étoilé, sans atrophie du noyau qui a servi de centre à cette génération. Celui-ci reste aplati, en quelque sorte perdu sur un point de la substance du corps fibro-plastique, devenue paroi très-mince de *vésicule adipeuse*, sans qu'il prenne part aux phénomènes qui se passent là.

Voyons maintenant quels sont les caractères des fibres lamineuses, non plus envisagées dans l'ordre des modifications successives si remarquables qu'elles présentent, mais tels que les offrent chacun des états de cette évolution auxquels on peut les rencontrer.

L'aspect des fibres lamineuses à l'état de corps fibro-plastiques diffère notablement selon qu'ils offrent la disposition fusiforme et étoilée. On rencontre les cellules fibro-plastiques étoilées partout où existent celles qui sont fusiformes, mais elles sont toujours bien moins nombreuses. Cependant on les trouve assez abondamment dans la trame du bulbe dentaire chez les jeunes fœtus et dans le tissu gélatiniforme du cordon ombilical. Certaines tumeurs de la mâchoire, des bulbes dentaires, du cou et du cerveau (indurations rouges encéphaliques des au-

(1) Les faits dont il s'agit ici sont ceux qui concernent la résorption de la graisse des vésicules adipeuses durant l'émaciation. Elle a pour résultat la production d'un fluide incolore dans la cavité de la vésicule qui est plus ou moins ratatinée et déformée et dont le noyau ovalaire aplati, finement grenu, se voit nettement, parce qu'il n'est plus masqué par la graisse. Les granules de celle-ci qui restent encore flottent dans le liquide intra-cellulaire. Les fibres qui prolongeaient la cellule fusiforme devenue vésiculeuse se voient parfois encore appendues aux extrémités de la vésicule normale ou plus ou moins privée de sa graisse. Du reste quand celle-ci se produit dans les cellules fusiformes avant que se soient nées les fibrilles à leurs extrémités, ces dernières ne se développent pas et la vésicule adipeuse représente une cellule sphérique ou ovoïde, ou polyédrique par compression, montrant le noyau avec quelques granules autour de lui. Parfois en outre il y a des granules graisseux plus ou moins fins entre la paroi et le contenu adipeux foncé. Ces faits se voient souvent dans la moelle des os (voy. Ch. Robin, *Dictionn. encyclop. des sc. médicales*. Paris, 1865, in-8, art. ADIPEUX, p. 12).

teurs) en contiennent parfois beaucoup, prolongées ou non en grandes fibrilles, à noyau ordinairement plus ou moins hypertrophié et nucléolé.

Les cellules fibro-plastiques fusiformes offrent chez les jeunes embryons une longueur de 3 à 6 centièmes de millimètre; elles ont aussi à peu près cette longueur dans les tissus de l'adulte où elles se trouvent normalement et dans la plupart des produits morbides qui en renferment. Dans les *granulations* de la pleurésie et de la péritonite chronique, dans les parois de certains kystes, dans la thyréoïde hypertrophiée, etc., on en voit quelquefois qui n'ont que 2 à 3 centièmes de millimètre et qui ont une étroitesse en rapport avec leur longueur (p. 389, fig. 75, *i*, *j*, *k*). Il est commun d'en rencontrer qui atteignent depuis les dimensions précédentes jusqu'à 1 dixième de millimètre et plus dans certaines tumeurs du périoste, de la peau, etc., dans les parois des kystes apoplectiques de l'encéphale, les fongosités des tumeurs blanches, etc. Mais parfois dans quelques-uns de ces produits morbides, dans les indurations rouges encéphaliques et normalement dans les tissus de l'embryon et du fœtus, on observe des corps fibro-plastiques, dont l'évolution est avancée, atteignant une longueur de 1 à plusieurs dixièmes de millimètre ou même trop longs pour qu'on puisse les mesurer. Les prolongements des cellules fibro-plastiques étoilées offrent parfois chacun isolément cette longueur; ces fibrilles sont souvent flexueuses, soit régulièrement et alors d'une manière très-élégante, soit irrégulièrement.

Ceux des corps fibro-plastiques qui sont en forme de fuseau sont aplatis, épais de 1 à 2 millièmes de millimètre; leur partie la plus large est située à peu près au milieu de l'élément et mesure de 5 à 6 millièmes de millimètre, rarement plus de 8 millièmes, sauf les cas d'hypertrophie morbide. Leurs modifications cadavériques se montrent promptement (voy. p. 94). A partir de cette portion plus large, le diamètre de ces éléments va en diminuant insensiblement jusqu'aux extrémités qui se terminent en pointe aiguë ou plus rarement tronquée. Ces diverses dimensions s'appliquent aussi aux cellules fibro-plastiques étoilées, soit à chacun de leurs prolongements, soit à leur corps. Celui-ci néanmoins a souvent 10 à

18 millièmes de millimètre de large dans celles du tissu lamineux gélatiniforme du cordon, de certaines tumeurs de l'encéphale et autres régions. Celles de plusieurs parties du tissu cellulaire de l'embryon, de la pulpe dentaire, de l'organe du cément des ruminants et surtout des glandes lymphatiques sont un peu plus étroites.

Nous avons déjà dit qu'il est commun de trouver les extrémités des corps fibro-plastiques fusiformes et les prolongements des corps étoilés bifurqués ou même élégamment subdivisés en un plus grand nombre de fibrilles, minces, pâles, flexueuses comme les fibres lamineuses complétement développées ; cela se voit surtout sur les plus longs. Nous savons aussi que chaque cellule fusiforme fibro-plastique est composée d'un noyau central ou plus rarement deux (fig. 75, *l*), occupant la partie la plus renflée de l'élément et déterminant en partie ce renflement par leur présence. Tantôt à ce niveau, les bords de l'élément dépassent d'un quart environ de leur largeur les côtés du noyau, qui alors est manifestement enclavé dans son épaisseur (*i*, *s*). Souvent chaque moitié de la cellule fusiforme n'est pas plus large que le noyau et se trouve insérée en quelque sorte sur chacune des extrémités de celui-ci (*k*). Tantôt enfin, les extrémités de la cellule sont bien plus étroites que le noyau, qui se présente comme un renflement brusque, ovoïde, portant à chacune de ses extrémités un appendice ou filament. Mais l'action de l'ammoniaque faible et surtout les modifications cadavériques indiquées page 94 prouvent que même alors la substance cellulaire, ou mieux encore la paroi pelliculaire propre, enveloppe tout le noyau et relie l'une à l'autre les portions cellulaires qui sont à ses deux bouts.

Le noyau des cellules n'a pas toujours un contour bien nettement distinct ; il se confond avec la substance même de l'élément fusiforme, peut-être plus encore vers les extrémités du noyau que sur ses côtés. Dans ces divers cas, la cellule est plus épaisse au niveau des noyaux, moins transparente, et si le contour de ce dernier n'est pas nettement apercevable, il laisse voir les granulations qu'on trouve dans les noyaux libres. En outre, l'acide acétique fait réapparaître le noyau d'abord difficile à voir. Ce noyau, sur l'homme, n'offre que rarement (*i*, *s*) un

nucléole; mais il en a un chez divers mammifères, tels que les ruminants, etc. Quelquefois il est masqué en totalité ou en partie par des granulations moléculaires, réfractant fortement la lumière, de teinte jaunâtre ambrée, à bords foncés et noirâtres. Ces granulations atteignent 0mm,001 à 0mm,005 ou environ; non-seulement il y en a autour du noyau ou dans son épaisseur, mais encore il y en a d'isolées ou réunies en amas et en chapelets dans l'épaisseur des prolongements fibrillaires. C'est surtout dans les parois de certains kystes, dans celles des kystes entourant les caillots apoplectiques du cerveau, dans la muqueuse de l'utérus hypertrophié, dans les glandes lymphatiques dites tuberculeuses, qu'on observe cette particularité. En dehors des cas précédents, on voit dans les extrémités de la majorité des cellules fusiformes une certaine quantité de granulations moléculaires très-fines. On peut constater cette réplétion plus ou moins complète des cellules fibro-plastiques, fusiformes ou étoilées par des granulations ou gouttelettes graisseuses plus ou moins foncées dans ceux qui prennent part à la constitution de diverses productions morbides chez l'adulte et sur les enfants. Telles sont par exemple les tumeurs dites colloïdes d'après leur aspect, réellement gélatiniforme, qui dérivent du tissu lamineux dont elles représentent une hypergenèse, ayant les caractères physiques et la texture fondamentale du tissu lamineux, du fœtus et du cordon ombilical.

Souvent la plupart des cellules fibro-plastiques de ces tumeurs offrent un commencement de dépôt de gouttes adipeuses éparses dans leur épaisseur. Ces gouttes sont sur un grand nombre plus fines que dans les conditions normales et de volume d'abord assez uniforme. Çà et là on en trouve qui sont entièrement pleines de ces fines gouttelettes, et qui sont devenues sphériques malgré le peu d'augmentation de leur volume total. Il importe de ne pas les confondre avec des leucocytes devenus plus ou moins granuleux, dont l'existence est presque constante dans la substance hyaline amorphe du tissu lamineux gélatiniforme fœtal et morbide. Ailleurs d'autres cellules ont absolument les caractères signalés plus haut d'une manière aussi nette que dans le tissu adipeux des embryons (voy. p. 376). Par places, ceux des corps fibro-plastiques qui

sont déjà devenus vésiculeux, sphériques ou ovoïdes, et dans lesquels les fines granulations graisseuses sont réunies en grosses gouttes adipeuses, sont tellement abondants qu'ils se touchent ou à peu près, et rendent le tissu opalescent ou tout à fait opaque, d'un blanc jaunâtre.

Le passage des cellules fibro-plastiques fusiformes à un état granuleux (analogue au précédent quant aux conséquences qui s'ensuivent pour leur arrivée à l'état sphéroïdal et leurs changements de volume) est souvent déterminé par leur réplétion par des granules d'hématosine d'un rouge brun plus ou moins foncé. C'est ce que l'on observe dans beaucoup de celles qui sont au voisinage des infiltrations sanguines ou des épanchements apoplectiques de quelque cause que ce soit, dans les tissus restés sains auparavant ou dans les tumeurs.

On peut aussi, soit normalement, soit dans les circonstances accidentelles, c'est-à-dire dans les tumeurs mélaniques de l'homme, du cheval, etc., en voir qui sont plus ou moins remplies par des granulations de pigment proprement dit.

Les corps fibro-plastiques sont d'autant moins pâles qu'ils renferment plus de ces fines granulations grisâtres. On en trouve ordinairement aussi, mais de plus petites, dans les cellules fibro-plastiques encore fusiformes de la moelle des enfants. Sur les unes, elles sont autour du noyau ; sur les autres, elles sont çà et là dans l'élément anatomique. Des granulations graisseuses analogues s'observent aussi au voisinage du noyau, ou dans l'étendue de la partie fusiforme de ces cellules sur l'embryon. Du reste, tel embryon humain présente des granulations graisseuses dans la plupart des corps fusiformes, tel autre embryon, qui semble être dans des conditions semblables, n'en possède pas.

Les cellules fibro-plastiques étoilées sont composées d'un noyau central, semblable aux noyaux embryoplastiques libres, ou parfois resté petit et presque sphérique comme dans la trame des glandes lymphatiques ; autour du noyau s'irradient en plus ou moins grand nombre des prolongements fibrillaires, rectilignes ou flexueux, simples ou subdivisés décrits plus haut. Ils se détachent quelquefois presque directement de la périphérie du noyau ; le plus souvent un amas de substance homo-

gène, finement grenue, transparente (*protoplasma*) les entoure. Cet amas est un corps cellulaire plus ou moins large, tantôt nettement dessiné, tantôt à contour pâle, comme s'il était mal limité ; c'est sa paroi propre qui se prolonge en fibres lamineuses plus ou moins longues. La forme de ce corps cellulaire est très-variable selon le nombre des prolongements, selon qu'ils se détachent de toute sa périphérie, ou d'un seul côté, et selon leur largeur au point de continuité avec la cellule. Tantôt le noyau est placé à son centre, ou à peu près, de manière à être entouré, par sa substance, de toutes parts, comme dans le plus grand nombre des espèces de cellules. Tantôt, cette substance est comme appliquée sur un des côtés ou à l'un des bouts du noyau, qui reste libre dans une partie de son étendue, fait qui s'observe aussi dans les cellules fusiformes. De ces diverses particularités résultent, pour ces éléments, des variétés nombreuses, dont l'ensemble offre presque toujours une grande élégance, surtout lorsqu'ils prédominent sur ceux qui les accompagnent, et quand les fibrilles anastomosées ensemble forment un réseau ou *réticulum*. Ces dispositions sont spécialement remarquables dans la trame des glandes lymphatiques et dans toute la cornée, où les cellules et leurs fibres conservent cette conformation qui, ailleurs, ne persiste que pendant les premiers temps de leur évolution (1).

Les particularités de cet ordre sont encore plus manifestes dans les cas où, auprès de certaines tumeurs, les cellules fibro-plastiques et leur noyau sont devenus à la fois plus gros et plus larges qu'à l'état normal, et en même temps plus irréguliers, sans passer à l'état adipeux. Enfin, parmi les modifications accidentelles que peuvent présenter ces éléments, il faut noter les formes irrégulières variées et curieuses qu'ils présentent, lorsqu'après être arrivés à l'état adipeux ils ont perdu leur contenu graisseux pour passer à l'état de vésicule plus ou moins chiffonnée pleine d'un fluide incolore, plus ou moins grenu, ainsi que nous l'avons vu ailleurs, sans que jamais du reste on observe alors un retour de ces éléments à leur constitution antérieure.

(1) Voy. Ch. Robin, art. LAMINEUX du *Dictionn. encyclop. des sc. méd.* Paris, 1869, in-8, p. 211 et suiv.

Nous aurons à parler ci-après (p. 406) de la multiplication de leurs noyaux par scission prolifiante, dont on les a dit être le point de départ (voy. aussi p. 221).

On est amené ainsi à voir que l'élément fondamental du tissu lamineux se rencontre sous trois états coexistant en proportions diverses suivant les âges : 1° l'état de noyaux libres (*noyaux embryo-plastiques*, *fibro-plastiques* ou *du tissu cellulaire*) ; 2° l'état de *cellules fibro-plastiques*, *fusiformes ou étoilées*, dont le corps, prolongé par de grêles fibres ou filaments plus ou moins longs, passe, tant normalement qu'accidentellement, à l'état vésiculeux, par réplétion de gouttes adipeuses ; 3° à l'état dit *fibrillaire* ou de plein développement, représenté par les *fibres lamineuses* ou *du tissu cellulaire*, fibres longues, homogènes et minces, qui l'emportent peu à peu, quant à la masse, sur le centre d'irradiation constitué par la cellule précédente, atrophiée ou non.

Ainsi, fibre et corps ou centre cellulaire d'irradiation ne font qu'un, contrairement à ce qu'admettent encore, formellement ou implicitement, quelques auteurs.

Ajoutons que dans le tissu mou gélatiniforme de l'embryon et du fœtus, dans celui surtout de la trame de l'ovaire de la femme et des autres mammifères, de la muqueuse utérine et d'autres muqueuses encore, dans le tissu grisâtre ou rougeâtre, plus ou moins homogène, peu extensible, friable, de bien des cicatrices récentes des néomembranes, des *indurations rouges* ou *inflammatoires* du tissu lamineux et autres, dans le tissu adipeux enflammé au milieu duquel se régénère alors des tissus lamineux, dans le tissu de bien des tumeurs ou des cloisons de plusieurs sortes de tumeurs, ce sont des cellules qui viennent d'être décrites qu'on trouve comme élément prédominant. Leur forme, leurs prolongements ne sont pas toujours bien visibles en raison de leur pâleur et des difficultés qu'on éprouve à les isoler. Mais l'acide acétique ou l'action colorante du carmin mettent en évidence leurs noyaux, et en telle quantité, que souvent à eux seuls ils forment une masse presque égale au reste de la substance, tandis que celle-ci l'emporte quand le tissu est réellement arrivé à l'état fibrillaire ou adulte par complet développement en fibres des prolongements. Or ce

dernier cas excepté, lorsqu'on voit les préparations dont il vient d'être parlé et qu'on se rappelle que presque chaque noyau indique par sa présence l'existence d'une cellule dont il est le centre, on est conduit à rendre au tissu dont il s'agit son ancien nom de *tissu cellulaire*. On est conduit à le faire en ce qu'il est le plus exact, non pas dans le sens ancien de tissu creusé d'aréoles ou vacuoles pleines de liquide, ou de vapeur, ou de gaz qui s'y trouveraient normalement ou accidentellement comme dans l'emphysème, mais en tant que composé surtout par des éléments de l'ordre de ceux aujourd'hui appelés *cellules;* et il l'est à ce point que dans les conditions fœtales et autres qui viennent d'être indiquées, il renferme beaucoup plus de noyaux cellulaires que tous les autres tissus de l'économie embryonnaire ou adulte certaines portions de la substance grise du névraxe exceptées. Dans tous les organes en effet entre lesquels il est interposé en minces lames ou qu'il cloisonne (1), ce fait est des plus évidents, si ce n'est entre les tubes du parenchyme pleins de leurs cellules épithéliales.

Nous avons déjà dit que les dépendances fibrillaires des cellules fibro-plastiques ou *fibres lamineuses* peuvent, en se développant, s'anastomoser ou non, et plus ou moins souvent, les uns avec les autres. La trame des glandes lymphatiques, celle de la muqueuse du pharynx et autres, en offrent des exemples très-caractéristiques. Mais on constate encore sur elles d'autres particularités évolutives dans le cordon ombilical et surtout dans les tendons, la dure-mère, les ligaments ou autres organes formés de tissu fibreux, c'est-à-dire de fibres lamineuses fasciculées, disposées parallèlement et non flexueuses ni entrecroisées. Elles ont été décrites d'abord par Henle, puis

(1) Le tissu (*cellulaire*, *lamineux*, *connectif*, *conjonctif*, *etc.*) que compose l'élément dont l'évolution vient d'être indiquée se présente partout avec la texture cellulaire et fibrillaire à la fois sus-mentionnée ; nulle part il n'est amorphe, ni susceptible d'être confondu avec les substances amorphes décrites plus haut (p. 112), pas plus qu'avec la substance fondamentale du cartilage, des os, des dents, etc. Rien n'est plus faux surtout que l'hypothèse qui fait dire à beaucoup de médecins, en Allemagne surtout, que le *tissu conjonctif est un tissu sans fonction ni forme déterminées, autres que celles de remplissage*, alors que l'observation anatomique et physiologique prouve que ses attributs sous ces deux rapports sont aussi nettement définis que ceux du tissu élastique, bien que d'un autre ordre (voy. Ch. Robin, art. LAMINEUX, *Dictionn. encyclop. des sc. méd.* Paris, 1867, p. 281).

par Ranvier, mais plus ou moins obscurément. Bien observées dans mon laboratoire par MM. Legros et Grandry, je les signale ici d'après les pièces et la description de M. Legros.

Dans les organes précités on constate en effet la soudure bout à bout de cellules fibro-plastiques fusiformes, d'abord disposées en traînées rubanées; elles forment ainsi des bandelettes pâles avec des noyaux ovalaires de distance en distance, renflées et un peu grenues vers le niveau de ceux-ci. Souvent ces noyaux sont en voie de segmentation transversale ou segmentés, et forment alors des séries de noyaux contigus, comme dans les faisceaux striés musculaires en voie d'évolution. Souvent il y a en même temps segmentation de la substance cellulaire finement grenue qui les entoure et qui forme bientôt alors autant de petits corps de cellules qu'il s'est produit de noyaux. Seulement la paroi propre cellulaire (voy. p. 402) des cellules fusiformes, ou mieux de la bandelette tubuleuse résultant de leur soudure, ne se segmente pas et forme une enveloppe à ces cellules.

La segmentation qui vient d'être indiquée continuant la bandelette qui était d'abord moniliforme, prend un diamètre égal ou à peu près dans toute son étendue, et se trouve ainsi amenée à l'état de tube contenant les noyaux, etc., en voie de segmentation. C'est là ce qui a pu être décrit sous le nom de *cellules tubulées des tendons*. Souvent les noyaux qui viennent de se produire par scission de l'un des autres, se trouvent encore très-rapprochés, disposés par paire de chaque côté du sillon de segmentation; ce fait montre que ces dispositions anatomiques ne doivent pas être décrites comme des éléments anatomiques pleinement développés, arrivés à leur état permanent, mais comme des phases évolutives des faisceaux de fibres lamineuses. Ce qui le montre encore, c'est que ces tubes sont d'autant plus abondants qu'on étudie le tissu fibreux sur des sujets plus jeunes, quoi qu'on en rencontre encore sur l'adulte (de même qu'on y trouve des cellules fusiformes en voie d'accroissement), ils y sont rares. Avec l'âge, en effet, ces éléments deviennent granuleux, les plans de séparation segmentaire disparaissent alors, et le noyau s'atrophie plus ou moins. Souvent les dispositions précédentes dispa-

raissent, parce que des fibrilles formant faisceau naissent aux extrémités des noyaux comme centre, de la même manière que les cellules fusiformes soudées et devenues tubuleuses sont nées elles-mêmes ; ces noyaux sont masqués par suite à mesure que les fibres naissent plus nombreuses ; celles-ci distendent l'enveloppe qui les contient et on peut la retrouver à la surface des faisceaux ainsi produits, sous forme de mince gaîne hyaline.

Il ne me paraît guère douteux que ce ne soit des phénomènes de scission intérieure du noyau et du còrps cellulaire (voy. p. 264) ayant lieu dans l'enveloppe de celle-ci qu'il faut rapprocher ceux dont les cellules fibro-plastiques (*cellules plasmatiques* des auteurs allemands et de leurs imitateurs), sont le siége dans la cornée, le péritoine et autres tissus durant l'inflammation ; phénomènes remarquablement étudiés d'abord par Stricker (*Studien für experiment. Pathologie*, Wien in-8°, 1869-1870), puis, par V. Feltz (*Recherches sur l'inflammation suppurative, etc.*, Journal d'anatomie et de physiologie, in-8°, Paris, 1870-1871, p. 505) ; Straus et M. Duval (*Recherches expérim. sur l'inflammation*, Gaz. méd. de Strasbourg, in-4°, 1870, p. 153 et 165), et nombre d'autres observations. Ces phénomènes consisteut en ce que quatre à cinq heures ou environ après une cautérisation, la production d'une plaie, ou durant l'inflammation d'un tissu, quelle qu'en soit la cause, on voit les cellules fibro-plastiques réfracter plus fortement la lumière, devenir plus épaisses, réellement gonflées, fusiformes ou cylindroïdes, et parfois ensuite irrégulièrement sphéroïdales et plus ou moins grenues, grisâtres. Leur noyau s'hypertrophie aussi, devient moins régulier, et se segmente ; la substance grenue qui l'eutoure se segmente ensuite en autant de corps cellulaires (à contours larges, foncés, peu nets) qu'il y a de noyaux (1).

(1) Ces phénomènes se passent manifestement, au début du moins, sous la paroi cellulaire dont les fibres lamineuses sont un prolongement. Cette paroi cesse d'être en communication avec ces fibres lorsque la segmentation dont il vient d'être parlé s'est accomplie. Chaque nouveau corps cellulaire nucléé se segmente à son tour et donne lieu à la production d'amas de cellules, peu régulièrement sphéroïdales ou polyédriques par pression réciproque, au nombre de trois, quatre, ou bien davantage encore. Ces amas deviennent énormes relativement au volume de la cellule qui a été le point de départ de leur formation et elle disparaît. Alors ils peuvent se réunir les uns aux autres en groupes plus

ARTICLE V. — ORIGINE CELLULAIRE DES FIBRES ÉLASTIQUES.

La région de l'économie où se montrent en premier lieu les fibres élastiques est l'aorte. Elles commencent à s'y rencontrer dans l'homme de la troisième à la quatrième semaine, lorsque l'embryon atteint une longueur de 16 millimètres environ. Le tissu de ce vaisseau est primitivement composé de noyaux ovoïdes à contour très-net, parsemés de petites granulations. Autour de chacun de ces noyaux comme centre naît une certaine quantité de substance organisée, à contours nets, mais donnant des prolongements longs de plusieurs centièmes de millimètre. Chaque noyau (fig. 76) est devenu ainsi le centre d'une cellule polygonale (*a*, *d*, *e*) aplatie, plus rarement allongée (*b*), pourvue de prolongements plus ou moins longs, fragiles, aigus, subdivisés eux-mêmes quelquefois (*g*, *h*), élastiques déjà et se recourbant sur eux-mêmes à leur extrémité. Le corps de la cellule dans le voisinage du noyau renferme de fines granulations, mais les subdivisions en manquent ou n'en renferment presque pas; aussi sont-elles plus pâles que le reste de l'élément. Le corps des cellules et les ramifications pâlissent un peu sous l'influence de l'acide acétique, mais ne s'y dissolvent et ne s'y gonflent nullement, de plus elles ne deviennent pas cohérentes les unes aux autres après l'action de ce réactif. Or on peut constater sur des embryons de plus en plus avancés dans leur développement que peu à peu ces ramifications s'allongent, se subdivisent de plus en plus se soudent les unes aux autres dans les points où elles se rencontrent. Elles constituent ainsi les fibres élastiques et l'élastique lamelleuse des artères.

grands ou en traînées cylindroïdes, variqueuses ou non. C'est alors que le tissu, celui de la cornée particulièrement, devient gris jaunâtre et mou. Ce sont ces cellules que beaucoup d'auteurs considèrent comme des globules de pus (dites par Rindfleisch et autres *globules plasmatiques*, *cellules amiboïdes*, *migratiles* ou *embryonnaires* et formant par leur accumulation un *tissu embryonnaire*), dérivant d'une prolifération des éléments plasmatiques. Mais bien que leur noyau soit d'abord moins régulier que celui des cellules fibro-plastiques, l'action de l'acide acétique et de l'eau montre qu'il est unique et non double ou triple, comme cela est dans les leucocytes et qu'il est plus volumineux que celui de ces derniers, quand ils n'en possèdent qu'un.

On constate en même temps que le noyau s'atrophie graduellement et d'abord davantage sur ses côtés que dans le sens de sa longueur, en sorte qu'il se rétrécit en forme de bâtonnet; il paraît plus long ou devient réellement plus long qu'il n'était et finit par avoir l'aspect d'un très-mince et court filament.

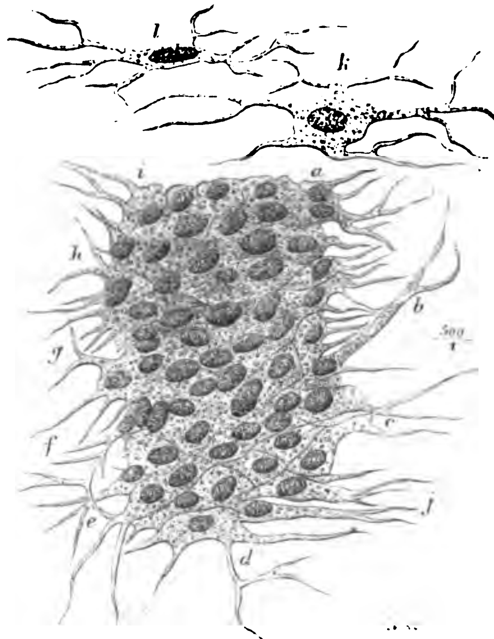


FIG. 76 (*).

Dans la peau, dans les ligaments élastiques, etc., on peut constater l'apparition des fibres élastiques vers la fin du deuxième mois de la vie intra-utérine. Elles naissent au sein

(*) Fragment du tissu de la membrane élastique de l'aorte d'un embryon humain long de 16 millimètres, exactement âgé de six semaines, donné par M. Pidoux. Il est composé de noyaux semblables aux noyaux embryoplastiques, dont chacun est entouré d'une masse de substance transparente, contenant de fines granulations pâles et de quelques granulations jaunâtres plus grosses : ce corps cellulaire est irrégulier et présente des prolongements souvent nombreux, allongés, très-pâles, subdivisés, généralement terminés en pointe; le noyau est plus souvent au bord qu'au centre de la cellule, et n'offre pas de nucléole. *a*, *b*, *c*, cellules avec des prolongements simples ou bifurqués, dans lesquelles le noyau est au bord de la masse ou à peu près ; *d*, cellule présentant de nombreux prolongements et dans laquelle le noyau est au centre; *e*, cellule avec des prolongements subdivisés et recourbés à la manière des bouts de fibres élastiques ; *f*, *g*, *h*, *i*, autres masses avec un noyau central ou périphérique et offrant des prolongements simples ou ramifiés.

du tissu lamineux contenant encore beaucoup de corps fibro-plastiques et de noyaux embryo-plastiquess. Elles ont pour centre de génération des noyaux de cette dernière espèce, et se présentent d'abord sous forme de corps ou cellules analogues à ceux déjà décrits dans l'aorte (*k*), seulement dès leur origine ils sont plus étroits (*l*) surtout du côté des extrémités du noyau, ce qui leur donne l'aspect de corps fusiformes fibro-plastiques; mais ces éléments ne sont pas attaqués par l'acide acétique, fait qui suffit déjà pour les distinguer des corps fibro-plastiques du tissu lamineux. Cette particularité aide aussi à les découvrir dans le tissu du derme et dans celui des ligaments des arcs postérieurs des vertèbres, lequel est primitivement formé de fibres lamineuses. En outre ils réfractent plus fortement la lumière et offrent dès leur apparition des prolongements étroits, jaunâtres, à bords foncés, aussi longs ou plus longs que la partie centrale dont ils se détachent et ramifiés pour la plupart (voy. p. 457-458). Beaucoup sont infléchis de diverses manières, en outre leurs bords sont plus foncés et moins réguliers que ceux des corps fibro-plastiques.

Sur des fœtus de trois mois environ ces prolongements sont plus longs, plus brillants vers leur milieu parce qu'ils réfractent plus fortement la lumière, ils sont plus ramifiés et déjà anastomosés avec un ou plusieurs de ceux qui les avoisinent. Bien qu'ils ne dépassent pas encore une longueur de 1 à 2 dixièmes de millimètre, qu'il soit par suite encore possible de les voir dans toute leur étendue, leurs caractères d'éléments élastiques sont devenus des plus nettement tranchés. A cette époque, le noyau qui leur a servi de centre de génération, et des extrémités et des bords duquel ils se détachent est devenu étroit, à contour plus foncé et moins régulier qu'auparavant, et l'on peut d'un point à l'autre de la préparation suivre toutes les phases de son atrophie, qui du reste est rarement complète.

Chez le fœtus de quatre mois, l'élastique lamelleuse n'existe pas encore dans les veines. On n'y trouve que des fibres élastiques, anastomosées à peu près comme dans la peau, mais d'un diamètre beaucoup moindre; elles ne dépassent en effet pas celui des fibres les plus minces qu'on trouve à l'état adulte; elles offrent la même disposition dans la tunique adven-

tice des artères, mais y sont plus flexueuses et moins anastomosées.

Dans les fœtus de trois mois, l'élastique lamelleuse existe presque seule dans la tunique moyenne de toute l'aorte et des grosses artères, accompagnée partout de fibres-cellules abondantes. Elle est accompagnée aussi de quelques rares fibres élastiques anastomosées minces. A cette époque, l'élastique lamelleuse est transparente, se déchire en lames se recourbant sur elles-mêmes et se plissant avec la plus grande facilité; elle est finement striée, tranversalement à la direction de l'artère, mais non fenêtrée, et offre au contact de l'acide acétique les mêmes réactions qu'elle aura toujours. A quatre mois, dans l'aorte et dans l'artère crurale, cette élastique se déchire en lamelles fort minces, à cassure nette, se plissant avec la plus grande facilité, et se repliant en cornets. A cette époque, elle offre des fenêtres ou orifices arrondis, assez rares, à bords très-pâles, striée, mais aussi réticulée par place; ces réticulations sont ovales, rapprochées (tunique moyenne des veines), comme dans l'élastique lamelleuse des veines; seulement ici, ces réticulations sont fort pâles, difficiles à observer. Déjà on voit à la surface de ces lamelles et leur adhérant de petites fibres minces, encore pâles, ramifiées, anastomosées à angle aigu, et fort rapprochées les unes des autres. Par place, les orifices ou fenêtres et les dépressions qui causent l'aspect réticulé ne sont apercevables qu'après l'action de l'acide acétique; partout leurs bords sont foncés et assez rapprochés.

Chez les fœtus de quatre mois, l'élastique fibreuse des ligaments jaunes se présente sous forme de fibres très-minces ($0^{mm},001$ à $0^{mm},002$), flexueuses; elles ressemblent en cela aux fibres élastiques du tissu lamineux; mais elles ne sont pas recourbées sur elles-mêmes, bien que très-flexueuses. Les fibres principales ont la même direction générale, sont très-rapprochées, ramifiées de loin en loin, à branches onduleuses, à flexuosités très-rapprochées, çà et là anastomosées, mais formant des mailles moins nombreuses que les fibres des mêmes ligaments chez l'adulte. De ces flexuosités rapprochées et nombreuses et des mailles anastomotiques résulte un aspect

tout particulier qui les fait ressembler à la fois aux fibres minces du tissu lamineux sous-cutané par leurs flexuosités ou ondulations, et à celles de la peau par la forme générale des mailles; ces dernières pourtant sont moins régulières que dans la peau, limitées par des fibres minces, très-flexueuses, et moins écartées les unes des autres.

Les fibres élastiques sont susceptibles de régénération cicatricielle lorsqu'elles ont été détruites par quelque cause extérieure ; c'est ce que l'on peut constater dans le cas de plaie des artères, et dans les cicatrices cutanées ; mais alors, de même que chez l'embryon, elles ne se montrent que tardivement, c'est-à-dire lorsque déjà il existe des noyaux embryoplastiques, des fibres lamineuses, etc. De même aussi, dans les cicatrices, leur génération est précédée par celle de ces derniers éléments. Ce fait s'observe même lorsqu'il s'agit de la cicatrisation des tissus entièrement composés d'éléments élastiques, comme la tunique moyenne des artères. De là résultent les différences de texture et de propriétés qu'on observe entre le tissu régénéré et celui qu'il remplace, Du reste, les phénomènes de la régénération de ces éléments ne diffèrent pas de ceux de leur naissance chez le fœtus. Jusqu'à présent, l'hypergenèse de cette espèce d'éléments n'a jamais été observée.

ARTICLE VI. — SUR LA GENÈSE DES ÉLÉMENTS NERVEUX PÉRIPHÉRIQUES.

Les cellules des ganglions rachidiens et certainement aussi celles du grand sympathique comptent parmi les éléments qui naissent alors qu'il n'y a plus de cellules vitellines, aussi bien que les fibres nerveuses qui les relient ensemble. On peut constater, sur les batraciens plus aisément encore que sur les autres animaux, que là où ils se montrent il n'est pas resté des cellules de provenance vitelline, comme *cellules d'attente et indifférentes* jusqu'au moment de la génération de ces ganglions, et que ni eux ni les fibres ne sont des organes de préformation blastodermique (voy. p. 352).

Là et lors de la production des ganglions sympathiques sur les mammifères, il est aisé de constater que leur production

débute par la genèse d'un petit amas de noyaux, autour des plus petits desquels on ne voit pas d'abord de corps cellulaire, tandis que, dès qu'ils grandissent et avant même qu'un nucléole apparaisse dans leur intérieur, un corps ou masse cellulaire se produit aussi. Très-petit (fig. 77, *g*, *h*), appliqué ou moulé en quelque sorte sur le noyau, comme pour les cellules cérébrales et rachidiennes, il montre dès l'origine deux ou plusieurs prolongements ou cylindres-axes, sans qu'il soit possible de saisir comment a lieu leur communication avec ceux des cornes grises postérieures de la moelle. Du reste, dans les ganglions rachidiens et les gros ganglions sympathiques, il reste toujours des myélocytes groupés ou non qui ne sont pas devenus centres de génération cellulaire.

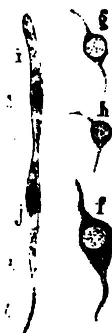


Fig. 77 (*).

A mesure que les ganglions augmentent de volume, on peut constater l'augmentation de la masse des cellules et celle de leur nombre également, car pendant longtemps on en trouve d'aussi petites que les premières apparues, sans que jamais on puisse en observer qui soient en cours de segmentation ou de gemmation prolifiante.

La cellule est en continuité avec chaque tube par les deux de pôles opposés (*cellules* ou *corpuscules bipolaires*, fig. 78, 3), manière à interrompre pour un instant la continuité de celui-ci. Une fois développée la paroi propre autour de celle-ci (p. 417) on distingue dans la cellule ganglionnaire une paroi et une cavité remplie d'un contenu non pas fluide ou visqueux, mais solide. La paroi a $0^{mm},008$ à $0^{mm},012$, c'est-à-dire qu'elle est bien plus épaisse que celle du tube qui est en continuité de substance avec la cellule; de plus, elle est homogène, finement granuleuse, striée, comme fibroïde, sans être fibreuse, et parsemée de petits noyaux dans son épaisseur (1, *f*, et 2, *a*). La cavité du tube est en continuité avec celle de cette paroi, mais

(*) Éléments d'une racine spinale postérieure et de son ganglion d'un embryon humain long de 26 millimètres. *i*, *j*, deux cellules d'origine de la gaine propre des tubes nerveux se soudant bout à bout; *f*, *g*, *h*, cellules du ganglion en voie d'évolution autour du noyau comme centre de génération. Grossis 500 fois (Ch. Robin).

elle se rétrécit souvent de moitié à son point d'abouchement dans la cavité cellulaire. La cellule (3, *b*) ainsi enveloppée est solide et s'échappe en entier (2, *i*). Elle est granuleuse et contient

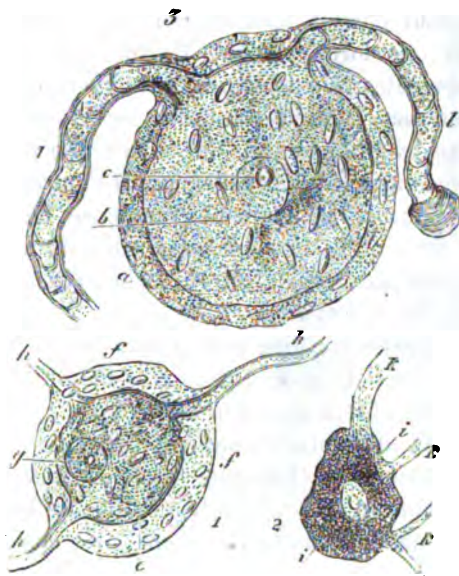


FIG. 78 (*).

à son centre un gros noyau clair (1, *g*), transparent, sphérique, large de 0mm,012, ayant un nucléole jaunâtre, brillant, qui est large de 0mm,002 environ (3, *c*). Il y a des cellules ganglionnaires qui sont en continuité de substance avec plusieurs tubes (*corpuscules* ou *cellules multipolaires*, 1 et 2) ; dans les nerfs périphériques, elles peuvent être en rapport avec le cerveau par un seul tube et avec les organes par deux et même trois tubes nerveux. Ce fait, qui se voit surtout aux ganglions du pneumogastrique et du grand sympathique (2, *k*, *k*), nous

(*) 1, cellule bipolaire isolée du ganglion du pneumogastrique d'un homme adulte ; *f*, paroi cellulaire épaisse, grenue, parsemée de noyaux ovoïdes ; *e*, corps de la cellule ; *g*, noyau de la cellule avec son nucléole ; *h*, *h*, *h*, trois tubes minces se détachant de la cellule ; 2, corps d'une cellule multipolaire du grand sympathique du même sujet, sortie de sa paroi déchirée ; *i*, granulations du corps de la cellule ; *k*, *k*, *k*, cylindres-axes arrachés de tubes minces qui en partaient ; 3, cellule bipolaire isolée d'un ganglion spinal du même sujet ; *b*, corps de la cellule ; *c*, noyau avec son nucléole ; *e*, paroi parsemée de noyaux ; *l*, *l*, tubes nerveux dont la myéline s'échappe par l'extrémité rompue. Gross. 500 fois. (Ch. Robin.)

explique comment tel nerf est plus gros à sa sortie d'un ganglion qu'à son entrée.

Les tubes nerveux périphériques offrent pour point de départ de leur génération des noyaux ovoïdes allongés (1). Il n'y a pas pour chaque tube un seul noyau, mais plusieurs. Ceux-ci ont une forme ovoïde. Ils sont plus allongés, plus étroits, plus pâles, plus finement granuleux que les noyaux embryoplastiques. Dès leur naissance, on les voit disposés dans le même sens les uns à la suite des autres, non point tout à fait contigus, mais à peine écartés les uns des autres et réunis par une substance très-pâle finement granuleuse, de même largeur qu'eux, de sorte qu'ils forment avec elles de minces bandelettes, à bords parallèles et étroitement juxtaposées dès leur origine (fig. 77, *i*, *j* et 79, *a*, *b*, *c*).

Celles-ci ont dès l'origine une largeur de 3 à 4 millièmes de millimètre; elles s'élargissent peu à peu, mais le principal changement qu'elles offrent c'est leur allongement; en sorte que les noyaux s'écartent de plus en plus rapidement dans le principe, plus lentement ensuite. Lorsque ces *bandelettes* (*d*, *e*, *f*, *g*) ont atteint un diamètre de 5 à 7 millièmes de millimètre (environ deux mois et même deux mois et demi après la section dans les cas de régénération des nerfs) elles ressemblent tout à fait aux

(1) Quant à la régénération des nerfs, elle débute par la production de tissu lamineux mou, rougeâtre, gris rougeâtre ou d'un jaune rougeâtre, entre les faisceaux primitifs des deux bouts du nerf coupé et s'étendant graduellement entre ces deux bouts dans l'espace auparavant occupé par le nerf sectionné et rétracté. Dans ce tissu on ne trouve d'abord que des noyaux embryoplastiques (*noyaux du tissu cellulaire ou conjonctif*, *cellules jeunes* : A. Laveran et autres), de la matière amorphe et des capillaires, si ce n'est dans les parties de la surface et de ses bouts, où il se perd dans le tissu lamineux ambiant et dans celui du névrilème où ce tissu est mêlé aux fibres lamineuses et élastiques de ces parties. Il est d'abord mou, friable, plus vasculaire qu'il ne le paraîtra plus tard. L'existence d'une certaine quantité de matière amorphe finement granuleuse, interposée aux noyaux et aux capillaires de ce tissu connectif ou lamineux en voie de régénération, ne saurait être niée ici. Les noyaux précédents sont, les uns sphériques, les autres ovoïdes; le nombre de ceux qui ont cette dernière forme est d'autant plus grand que la section date de plus longtemps. Au bout de peu de jours, quelques-uns de ces derniers deviennent le centre de la génération de fibres lamineuses, et prennent l'état de cellules fibro-plastiques fusiformes ou étoilées. En même temps, la matière amorphe diminue de quantité relative, et le tissu devient un peu plus ferme. C'est toujours dans ce tissu encore mou que du seizième au vingt-cinquième jour, chez des chiens et des lapins, j'ai commencé à voir des fibres ou tubes nerveux devenir reconnaissables comme tels par leurs analogies avec ceux des embryons.

fibres de Remak (*j*, *p*), et l'on voit dans chacune d'elles survenir une succession de changements qui prouvent qu'elles constituent la gaîne du tube nerveux. Ainsi dans les tubes des nerfs périphériques du fœtus, c'est la gaîne extérieure qui apparaît la première, puis successivement les autres parties, mais non le cylindre-axe comme dans les tubes des centres nerveux; ou u moins ce n'est pas, comme dans ceux-ci, ce filament qui est la première partie de l'élément qui soit visible.



Fig. 79 (*).

Ces bandelettes apparaissent plusieurs simultanément à côté les unes des autres et réellement en groupes fasciculaires représentant autant de *faisceaux primitifs* des nerfs périphériques. Dès l'époque où s'achève la soudure en bandelette des cellules disposées bout à bout, on voit se produire autour de chacun de ceux-ci une pellicule très-tenace malgré sa grande minceur. Elle est appliquée immédiatement contre les fibres qu'elle tient fortement réunies. Cette

(*) *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, Éléments nerveux du plexus brachial chez un embryon humain long de 26 millimètres. Ils se présentent à cet âge sous forme de cellules pâles, fusiformes (*a*, *b*), à extrémités plus ou moins effilées (*c*, *c*), à noyau ovoïde (*b*). Dans les faisceaux les noyaux sont sur une même ligne et même presque contigus. Les cellules se réunissent en une mince bandelette de substance, très-pâle, grisâtre. Les noyaux sont ovoïdes, allongés, larges de 4 à 5 millièmes de millimètre, longs de 13 à 14; ils sont peu foncés, grisâtres, très-finement granuleux à l'intérieur, sans nucléoles. A côté de ces éléments s'en voient d'autres de même espèce, plus avancés (*d*, *d*), ayant déjà la forme de longues bandelettes (*e*, *g*, *f*) pâles, à bords nets parallèles, très-finement granuleuses, larges de 4 millièmes de millimètre, dans lesquelles se voient des noyaux ovoïdes allongés, un peu plus étroits que les précédents, écartés les uns des autres de 4 à 9 centièmes de millimètre; *i*, *j*, *k*, *o*, *p*, *q*, *r*, faisceau du nerf sciatique d'un veau long de 15 centimètres. Les éléments nerveux sont encore sous forme de minces bandelettes (*p*) semblables aux précédentes, mais un peu plus granuleuses (*l*); les noyaux sont aussi un peu plus foncés, plus étroits, plus granuleux, sans nucléole. Ces éléments nerveux, quoique encore à l'état de mince bandelette pleine, sont déjà réunis en faisceaux (*i*, *j*, *k*, *o*) distincts, dans lesquels ces éléments sont très-serrés et rapprochés les uns des autres. Le périnèvre (*h*, *k*) qui doit les entourer n'est pas facilement isolable, mais les bords des faisceaux sont très-nets, assez foncés.

pellicule est le *périnèvre* qui délimite ainsi nettement les faisceaux et leurs subdivisions. Souvent on ne saisit bien sa présence qu'au niveau des points où il présente des ondulations faisant saillie à la surface du faisceau (*k*). C'est vers la partie centrale des faisceaux primitifs que se manifeste sur une ou deux fibres à la fois d'entre elles les premiers changements qui indiquent l'apparition de la myéline; peu à peu celles de la circonférence les offrent à leur tour. Ces changements consistent en une diminution graduelle du nombre des fines granulations de la bandelette. Celle-ci devient en même temps plus pâle et plus transparente au centre; de plus, deux lignes parallèles, très-pâles et très-nettes, placées de chaque côté, à 1 millième de millimètre l'une de l'autre, indiquent l'épaisseur de la paroi propre que représente alors le filament, rempli de la myéline plus réfringente, est devenu en même temps manifestement creux et tubuleux.

A partir de cette période de la génération des nerfs, la bandelette est devenue tube et a perdu les caractères de *fibre grise* ou *de Remak*, qu'elle avait jusque-là. Ce tube grandit rapidement, et les noyaux restent inclus dans l'épaisseur de son enveloppe, qui continue à devenir de moins en moins granuleuse. Ces noyaux sont les analogues de ceux que l'on voit dans la paroi propre des tubes nerveux à l'époque de la naissance, sans l'emploi d'aucun réactif, et que l'acide acétique, la glycérine, le carmin, etc., mettent en évidence pendant toute la vie. De cet agrandissement résulte que les noyaux paraissent de plus en plus rares; ils deviennent manifestement un peu plus courts, mais un peu plus larges qu'ils n'étaient dans le principe (1).

Les uns de ces tubes deviennent larges (fig. 80, *e*, *g*) de $0^{mm},009$ à $0^{mm},015$ et à contenu visqueux, sirupeux, demi-fluide. Les

(1) Dans la cavité de la gaîne, cavité formée par résorption graduelle de la substance qui s'y trouvait, se passent divers phénomènes. Le premier est la production d'un liquide homogène, blanchâtre, réfractant assez fortement la lumière et offrant de très-bonne heure les caractères de la myéline. Dès le troisième mois après la section des nerfs et en voie de régénération, et même au milieu du deuxième, il se réunit facilement en gouttelettes, ou s'accumule en certains points de la gaîne qui offre à ce niveau des dilatations ampullaires ou variqueuses (Ch. Robin, *Observations histologiques sur la génération et la régénération des nerfs*. Journ. d'anat. et de physiol. Paris, 1868, in-8, p. 321 et Dictionn. de méd. Paris, 1865, p. 1002).

tubes minces (*a*, *b*) diffèrent des précédents par leurs dimensions ordinairement moitié moindres. Les uns et les autres

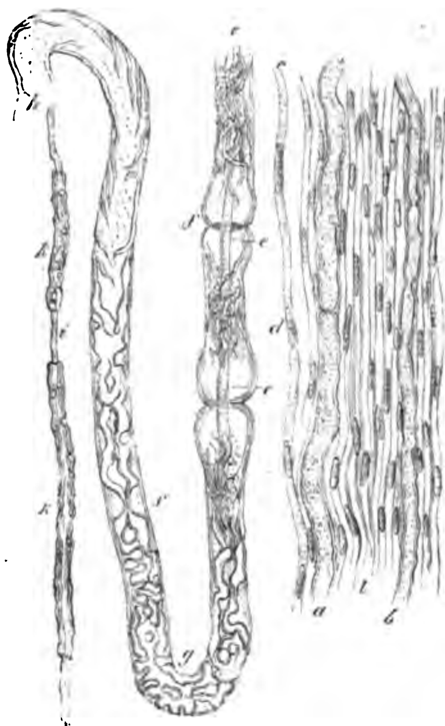


Fig. 80 (*).

offrent une paroi homogène dont la transparence et la minceur empêchent de mesurer l'épaisseur; mais on la voit lorsque, rompue en un point, elle laisse échapper son contenu (fig. 80, *m*) ou lorsque celui-ci a été expulsé par compression dans une certaine étendue (fig. 78. *f*). Cette paroi est quelquefois finement plissée ou finement striée, mais n'est pas fibreuse, elle renferme quelques noyaux çà et là chez l'embryon. Au centre de

(*) *a*, *b*, *c*, *d*, filet du plexus vésical du nerf grand sympathique d'un homme adulte; *a*, *b*, tubes minces au milieu des *fibres de Remak* (*c*, *d*, *e*); *e*, *f*, *g*, tube large du médian d'un homme adulte, *e*, le cylindre-axe laissé à découvert par la myéline repoussée; *f*, varicosités de la paroi du tube; *g*, portion du tube pleine de myéline plissée; *i*, *k*, tube mince du corps calleux durci, sans paroi propre, montrant le cylindre-axe (*i*) et la myéline (*k*). Gross. 500 fois. (Ch. Robin.)

chaque tube nerveux se trouve le *cylindre-axe* (*e*, *e*), solide, flexible, fragile et de nature azotée. Entre lui et la paroi propre, autour de lui, en un mot, existe le contenu ou *myéline*, en partie graisseux (voy. p. 85), réfractent fortement la lumière (*substance*, *contenu* ou *tube médullaire*). Il forme une couche épaisse de 1 à 3 millièmes de millimètre, homogène et régulière dans toute la longueur du tube (comme ou le voit à l'extrémité *h*), lorsque celui-ci n'a pas été comprimé, n'a pas été traité par les réactifs, ou n'a pas subi un commencement de putréfaction; car alors cette couche devient plissée, sillonnée de dépressions sinueuses, circulaires, obliques, etc., ou se réduit en lamelles, en filaments et en gouttelettes (voy. p. 85, 86 et 101). Cette couche, sur le tube vu par transparence, est limitée en (*h*) par deux lignes parallèles foncées; elle est blanche (d'où le nom de *substance blanche de Schwann*), brillante au centre du tube, au niveau du cylindre-axe qu'elle masque, ce qui tient à son pouvoir réfringent considérable; ce sont ces deux lignes qui ont été nommées *double contour*, et souvent considérées comme limitant la paroi du tube et indiquant son épaisseur, tandis que c'est celle de son contenu liquide visqueux qu'elles indiquent. Dans la moelle et l'encéphale, le tube est réduit à ce contenu liquide et visqueux assez dense (*k*), et au *cylinder axis* central (*i*), sans paroi propre extérieure.

Ainsi la paroi propre des tubes nerveux, avec son prolongement formant gaîne autour des cellules ganglionnaires sympathiques et sensitives des nerfs périphériques (fig. 77, *b*, *f*, p. 413) n'est pas, pour le corps de chacune de ces cellules et pour chaque cylindre-axe, *une paroi cellulaire propre*. Pour les tubes (fig. 76, *a*, *b*, *f*), c'est un *organe premier*, formé par la soudure bout à bout de plusieurs corps cellulaires, ensuite devenus creux; le nombre des noyaux que montre cette paroi indique celui des cellules ainsi soudées (fig. 77, *i*, *j*, p. 412). Cette paroi des prolongements axiles des cellules ganglionnaires se continue avec la gaîne enveloppant celles-ci (fig. 78, *h*, *h*), qui se produit par soudure latérale et non bout à bout de cellules presque semblables aux précédentes, en aussi grand nombre que cette gaîne montre ensuite de noyaux.

Cette enveloppe de la cellule ganglionnaire constitue, comme

celles des filaments axiles et myéliniques avec lesquels elle se continue (1) un *organe premier multicellulaire* (voy. p. 288).

L'étude du développement montre donc que le tube ainsi produit, la paroi propre de chaque tube nerveux primitif, chacune des *fibres de Remak*, etc., représente non plus un seul élément anatomique, mais un *organe premier*, multicellulaire, résultant de la soudure de plusieurs éléments semblables à noyau central, devenus graduellement plus grands, tubuleux (2), et montrant autant de noyaux que de cellules sont soudées pour les former (p. 415, fig. 79, *a*, *b* et *d*, *e*, *g*).

Mais la cellule (fig. 77, p. 412 et fig. 78, *i*, *k*) et ses prolongements ne représentent aucunement un contenu (protoplasma) cellulaire dont cette enveloppe multinucléée serait la paroi propre. Ce qui le prouve c'est qu'en suivant le cylindre-axe dans les centres nerveux, au delà du point où cesse l'organe premier enveloppant, jusqu'à la substance grise, on voit ce cylindre-axe arriver à une cellule multipolaire spinale, dépourvue de myéline aussi bien que de toute autre enveloppe propre quelconque, et celle-ci est en continuité par des cylindres-axes *nus* avec des cellules nerveuses également nues, et ainsi de proche en proche jusqu'aux circonvolutions cérébrales et cérébelleuses. Les cellules nerveuses sont en effet de l'ordre de celles dont le corps reste toujours sans paroi pelliculaire propre, et chaque cylindre-axe est un prolongement direct de sa substance même. C'est ce que montre nettement l'action de la solution faible d'azotate d'argent qui détermine l'apparition de stries alternativement claires et foncées sur les cylindres-axes aussi bien que sur le corps de la cellule, sans que le noyau participe à cette réaction.

Les fibres de Remak elles-mêmes ne sont rien autre chose que ce tube enveloppant un très-fin cylindre-axe sans myéline entre eux deux; car la connexion des fibres de Remak

(1) Les unes et les autres de ces enveloppes se distinguent nettement dès leur apparition cellulaire des cellules fibro-plastiques et des fibres lamineuses en ce qu'elles ne sont que pâlies un peu par l'acide acétique, et non gonflées et rendues cohérentes, indistinctes comme le sont ces dernières.

(2) C'est même là dans les vertébrés le seul exemple connu de tubes résultant de la soudure bout à bout de cellules devenant creuses de manière à ce que leur cavité propre forme celle d'un conduit, limité ainsi dans toute sa circonférence par la paroi cellulaire (voy. p. 79 et 279).

avec les cellules isolées ou agglomérées dans les petits ganglions des muscles viscéraux ou sous-muqueux de l'intestin, etc., ne laisse pas de doute sur la présence de ce cylindre dans l'axe de chaque fibre ou tube, bien qu'il n'y soit pas apercevable directement.

Notons que la présence de noyaux dans la gaîne propre des fibres nerveuses accompagnant dans le canal nourricier des os les vaisseaux qui s'y trouvent, est un fait à rappeler. Lorsqu'en effet on se rapporte à ce qu'était le cartilage avant son ossification, et le premier point osseux avant sa vascularisation, sous le rapport de leur manque de nerfs, il faut reconnaître que le prolongement des fibres nerveuses jusqu'à la face interne du canal médullaire (et dans la profondeur d'autres organes encore), est due à la continuation de la génération nerveuse qui vient d'être décrite ; continuation corrélative à celle de la genèse et de l'évolution des autres éléments anatomiques. Le chapitre suivant sera du reste consacré à l'examen des faits de cet ordre.

CHAPITRE IX

SUR L'APPROPRIATION DES PARTIES A LA GENÈSE SUCCESSIVE DES CELLULES.

L'ensemble des données qui viennent d'être exposées nous montre qu'il est un fait commun à la genèse de tous les éléments ayant forme de fibre est que pour chaque espèce apparaissent d'abord les noyaux servant de centre à la génération progressive et graduelle du reste de l'élément (voy. la note, p. 346). Il est comme le point de départ à l'apparition molécule à molécule de toute la portion de l'élément qui est essentiellement active au point de vue du rôle propre qu'il remplit. Aux extrémités de ce noyau comme centre, ou autour de lui, naît une petite quantité de substance qui, par cela même qu'elle a un noyau vers son milieu, offre les caractères des cellules en général. Cette analogie ne dure complétement qu'un court espace de temps. Quant à l'élément pris dans son entier à cette

époque, c'est, soit une fibre courte encore, soit une lamelle aplatie, à prolongements divergents, stelliformes, ramifiés ou non (p. 389 et 392), selon que la substance organisée, finement granuleuse ou non, produite autour du noyau, s'est disposée aux deux extrémités de celui-ci, ou tout autour de lui, d'une manière égale ou à peu près (p. 468, fig. 76, *k*), avec ou sans ramifications divergentes. Fixant incessamment de nouveaux principes immédiats par assimilation nutritive, cette substance augmente de masse, s'agrandit, s'allonge ou s'élargit (p. 412 et 413), sous forme de filaments cylindriques, lamelleux, etc. (p. 415, fig. 79), quitte ainsi peu à peu l'état embryonnaire, et prend graduellement les caractères de plus en plus tranchés qu'elle conservera toujours.

Les éléments qui ont forme de fibre, comme les fibres lamineuses, élastiques, etc., le cylindre-axe des tubes nerveux du névraxe, la gaîne des tubes nerveux périphériques, naissent ainsi chez l'embryon et quand ils se régénèrent sur l'adulte. Là il y a production d'une petite portion de substance organisée aux deux extrémités d'un noyau, effilée en pointe de chaque côté, cette petite masse cellulaire est plus étroite que le noyau, pendant un certain temps du moins, et, lorsqu'elle enveloppe celui-ci, elle s'allonge davantage qu'elle ne s'élargit. Il résulte de là ce fait important à noter, que la forme de fuseau ou étoilée dans les éléments naissants n'appartient pas seulement aux fibres lamineuses, mais à plusieurs de ceux qui offrent d'état de fibre ou de tube, qui ont un noyau embryoplastique pour centre de génération. Ce fait, à son tour, est lui-même la conséquence, comme on vient de le voir, de la production aux deux bouts de ce noyau d'une portion de substance organisée, d'abord, plus étroite que lui et effilée. Cette forme disparaît naturellement à mesure qu'ont lieu les phases du développement, lorsque dans les cellules fusiformes des tubes propres des nerfs les extrémités de plusieurs d'entre eux se soudent bout à bout. Il faut noter, du reste, que chacun des corps fusiformes ou étoilés devant donner naissance, tel à des fibres lamineuses, tel autre à des fibres élastiques, tel à des tubes propres des nerfs périphériques, se distingue, dès son apparition, des corps fusiformes

de toute autre espèce; en sorte que l'analogie n'existe que pour la disposition générale en forme de fuseau, c'est-à-dire de corps plus long que large, à extrémités effilées, et plus renflé au milieu qu'aux deux bouts par suite de la présence en ce point d'un noyau, quelquefois de deux.

Ainsi, lors de la génération des éléments musculaires, cartilagineux et autres, qui naissent après qu'il n'y a plus dans l'économie de cellules de provenance vitelline (p. 347), ils apparaissent par genèse autour d'un noyau comme centre, en suivant des phases analogues à celles que nous avons vu survenir (p. 335) lors de la génération des premiers éléments des centres nerveux.

Les éléments cartilagineux, musculaires, etc., qui naissent dans les conditions que nous venons de signaler passent donc d'abord par l'état de cellule, comme leurs homonymes, qui sont apparus les premiers dans l'embryon; mais, chose remarquable, aucune de ces cellules n'est identique un instant avec celles qui, de provenance vitelline, sphéroïdales ou polyédriques, formant les premiers organes musculaires, cartilagineux, etc. (p. 304 et suiv.); aucune ne commence par être sphéroïdale ou polyédrique, de dimensions à peu près égales en tous sens, qui s'allongerait dans une direction avec ou sans rétrécissement dans le sens opposé (voy. la note, p. 426).

Ce fait est des plus remarquables sur les batraciens, et comparativement aux cellules et aux faisceaux granuleux que forment les cellules encore grenues du feuillet blastodermique moyen sur les côtés de la notocorde (voy. p. 305). Rien de plus différent, par exemple, que les faisceaux striés, grêles, pâles, non granuleux, tout à fait analogues, à ces divers égards, à ceux des autres vertébrés et de l'homme, dont on suit la naissance dans les parois abdominales, et surtout dans les membres, alors qu'il n'y a depuis longtemps plus de cellules de provenance vitelline. Du reste, les cellules pâles, grisâtres, qui se juxtaposent pour les produire, s'accolent et se développent comme le font celles-ci.

On voit donc que si l'on excepte certaines cellules épithéliales, celles de la notocorde, des cartilages, et quelques autres, qui par segmentation continuent à se multiplier plus ou moins

pendant toute la vie, toutes les cellules qui apparaissent alors qu'il n'y a plus de cellules embryonnaires naissent par genèse (voy. p. 13).

Étant donné le degré d'organisation le plus simple (p. 19) tel que nous le présente l'ovule fécondé, nous avons vu par quelle succession de phénomènes un être ainsi représenté arrive à des états d'organisation de plus en plus élevés. Nous avons vu que ce *passage à l'état d'organisation* complexe consiste en une succession de phénomènes de genèse (p. 177) et de segmentation, tant individualisante que reproductrice (p. 196, 200 et 240). Nous avons vu en outre comment dans un être déjà doué d'une vie indépendante, c'est par une succession de phénomènes de même ordre que sont remplacées les parties qui tombent normalement (p. 202, 203), que naissent, s'accroissent et se régénèrent les membres qui n'existaient pas encore ou qui ont été enlevés (p. 346, 352 et 354). Or c'est aussi par une genèse successive de noyaux devenant le centre d'une génération cellulaire avec ou sans prolongements fibrillaires, etc., que dans diverses conditions accidentelles apparaissent et passent à l'état d'organisation les tissus qui n'existaient pas, tels que le tissu des *bourgeons des plaies*, conduisant à la production des cicatrices, les néomembranes à la surface des séreuses et nombre d'autres productions morbides dérivant du tissu cellulaire (1). Dans les cas de formation accidentelle des tumeurs cartilagineuses, osseuses, etc., ce sont encore des phénomènes de même ordre que ceux qui ont été décrits plus haut (p. 358 et suiv.) qui amènent l'apparition et l'évolution de ces nerfs, jusqu'à des degrés divers de complexité organique, et ainsi des autres pour les nombreuses sortes de productions pathologiques.

Or parmi les plus singulières des confusions commises dans cet ordre de choses, il faut certainement compter celle qui fait prendre encore par divers médecins la *coagulation* pour l'*organisation* : qui fait prendre le brusque passage de la fibrine de l'état fluide à l'état solide avec prise de forme plus ou moins

(1) Ch. Robin, *Dictionn. encyclop. des sc. méd.* Paris, 1868, art. LAMINEUX, p. 242 à 247.

nettement fibrillaire et intrication (1), comme un fait comparable à cette genèse lente de noyaux, puis de corps et de dépendances cellulaires, avec ou sans prolongements ultérieurs de capillaires (2) ; et cela quand partout on voit qu'il n'existe nulle part de passage à l'état d'organisation en dehors de ces phénomènes successifs; exception faite de la génération des substances amorphes (p. 122).

Il est vrai que lorsqu'on analyse attentivement les écrits de ceux qui parlent à chaque instant de l'*organisation des caillots* on ne voit jamais : 1° qu'il soit tenu compte des données embryogéniques précédentes; 2° qu'il soit question de l'organisation du caillot qui se produit au bout de chaque artère ombilicale coupée soit dans leur conduit, soit dans leur gaîne adventive après leur rétraction ; caillot qui loin du reste de former un tissu quelconque dans ces conditions normales et constantes, se résorbe au bout d'un à plusieurs mois (3) ; 3° on n'y trouve aucune description de l'organisation des caillots du sac anévrysmal dans lesquels en effet la fibrine, loin de passer à une texture plus complexe, perd de plus en plus avec le temps l'aspect d'intrication fibrillaire si caractéristique, qui dans les premiers jours est là aussi net qu'on le peut voir dans la couenne de la saignée ou dans les caillots de la crosse aortique sur le cadavre. Bien que dans ces diverses circonstances, la fibrine se trouve au milieu de conditions certainement plus favorables pour parcourir les phases de l'organisation qui viennent d'être rappelées que lorsqu'il s'agit des caillots apoplectiques ou même des caillots intra-veineux, ce sont ceux-ci que l'on dit être le siége d'une *organisation directe.*

Il est vrai de dire encore que comme les auteurs qui supposent ce fait ne peuvent pas faire provenir les cellules du nouveau tissu d'une scission prolifiante de la fibrine, c'est-à-dire appliquer ici la formule *omnis cellula a cellula*, ils ne font généralement jouer qu'un rôle secondaire ou nul à la fibrine

(1) Voy. Ch. Robin et Verdeil, *Chimie anatomique*. Paris, 1852, in-8, t. III; Ch. Robin, *Journ. de physiol.*, 1863, p. 15, et *Leçons sur les humeurs*. Paris, 1867, in-8, p. 155.

(2) *Dictionn. encyclop.*, art. LAMINEUX, p. 244.

(3) Ch. Robin, *Mémoire sur la rétraction des vaisseaux ombilicaux* (Mém. de l'Acad. de méd. Paris, 1860, in-4, t. XXIV, p. 400).

dans cette prétendue organisation du caillot (1). Elle est manifestement repoussée au dernier rang et en fait ce sont les leucocytes et non plus elles qui s'organisent. En effet, suivant les auteurs dont il est question, ce sont les globules rouges qui se transforment ici, et il y a de plus arrivée, dans le caillot, de globules blancs émigrés des vaisseaux voisins qui passent ensuite au travers des couches ou *capsules fibrineuses* superficielles. *Quand tous les globules rouges ont été remplacés par les globules blancs, rien ne s'oppose plus à ce que le tissu embryonnaire qui en résulte se transforme directement en tissu conjonctif fibreux ; pendant ce temps la capsule fibreuse s'est organisée à son tour, on y constate des fentes parallèles à sa surface qui la divisent en plusieurs couches ou lamelles dans lesquelles on aperçoit des corpuscules conjonctifs qui sont probablement des cellules immigrées.*

S'agit-il des caillots du bout des artères liées, c'est le caillot qui est comparé à *une substance conjonctive dans laquelle les cellules sont représentées par les globules blancs, la substance fondamentale par la masse des globules rouges et par la fibrine*... De bonne heure les globules rouges abandonnent les matières colorantes. « Il reste donc : 1° à la place de chaque globule rouge une petite quantité de protoplasma décoloré; 2° la fibrine, qui forme *un ciment*, *invisible il est vrai*, mais très-solide, unissant les globules protoplasmatiques. Les deux parties donnent une masse difficile à déchirer, mais jamais fibreuse, qui, à dater de la première semaine jusqu'à la huitième, représente la substance fondamentale du thrombus. » (Rindfleisch.) Suivant Billroth, au contraire, la fibrine se transforme en une substance conjonctive fibreuse, et les globules blancs en cellules fusiformes (2).

Toutes ces hypothèses, tant sur l'organisation de la fibrine

(1) Là comme en toute circonstance, la fibrine n'est en réalité qu'un corps étranger, comme tout principe immédiat séparé des autres (p. 19). Elle perd de plus en plus l'aspect fibrillaire, qu'elle a lors de son brusque passage à l'état solide, pour devenir peu à peu homogène ou grenue puis se résorber, à mesure que du tissu lamineux s'*organise* (voy. p. 388 et 392), l'enkyste et s'étend dans tous les vides que produit cette résorption.

(2) Rindfleisch, *Histologie pathologique*, trad. franç. Paris, 1873, p. 205, 274, 281, 663-664, et Billroth, *Pathol. chirurg. gén.* Paris, 1858, in-8, trad. franç., p. 134, 135.

que sur la migration des leucoytes venant chercher celle-ci pour y passer, soit à l'état de tissu fibreux et de capillaires, soit y former une masse qui n'est jamais fibreuse, ne tiennent pas devant l'examen de quiconque a suivi attentivement les modifications des diverses sortes de caillots hémorrhagiques et intravasculaires. Aucune ne repose sur une assise scientifiquement sérieuse, fondée sur une étude embryogénique comparative des phénomènes réels de l'organisation et des changements subis par le corps étranger que représente la fibrine.

Cela se saisit d'autre part lorsqu'on lit la bonne description réellement fondée sur l'observation que Rindfleisch donne de la production des néomembranes des séreuses. « Il ne faut pas oublier, dit il, que la fibrine, qui ne recouvre pas seulement le jeune tissu conjonctif, mais y envoie aussi de nombreux prolongements, *et tout en ne s'organisant pas*, se rétracte pourtant énergiquement dans tous les sens... La règle est qu'avant la résorption du liquide, *toute la fibrine*, celle qui recouvre les efflorescences conjonctives des parois *se dissout complétement et passe dans le sang avec le liquide.* » Rien de plus exact, en effet, mais rien aussi n'est plus certain que la non-organisation et que la résorption des caillots apoplectiques et intra-vasculaires, qui du reste se trouvent dans des conditions d'organisation infiniment moins favorables que la fibrine qui non-seulement recouvre les néomembranes en voie de génération, mais encore donne de nombreux prolongements dans leur tissu, riche en noyaux et cellules fibro-plastiques aussi bien qu'en globules blancs, dits migrateurs, et en capillaires (1).

(1) Notons ici que nulle des cellules d'origine des fibres, des épithéliums, etc., dont il a été parlé page 422, n'a le volume, la forme (du moins d'une manière permanente), les réactions, ni la structure des leucocytes. Ajoutons à ce que nous avons dit des blastèmes (p. 13 et 183) et de la substance amorphe du tissu lamineux (p. 122), que Rindfleisch admet que la fibrine ne constitue qu'une partie de l'*exsudat inflammatoire;* qu'elle forme un squelette spongieux dont les nombreux pores renferment les jeunes cellules; que ces dernières ne sont pas assez serrées pour qu'on puisse appeler tissu embryonnaire la substance qui remplit les intervalles de la *charpente fibrineuse;* que : « bien au contraire une certaine quantité de *substance intercellulaire homogène, claire,* tient les cellules à des distances analogues à celles qui, par exemple, les séparent dans le tissu cellulaire muqueux (ou colloïde). Mais il ne peut être mis en doute, suivant lui, que *cette substance se transforme directement en tissu conjonctif et que des vaisseaux* s'y développent à ses dépens; en un mot qu'elle possède la valeur physiologique du tissu embryonnaire. » L'existence de cette substance est cer-

Mais, avant d'achever l'étude de cette question et pour en bien faire comprendre les détails, il importe de résumer ici les données générales qui résultent des faits précédents.

La succession des actes d'ordre organique est telle qu'à partir de l'instant de la fécondation, chacune des actions survenues dans l'ovule devient aussitôt, par l'effet obtenu, la condition d'accomplissement d'un autre acte que l'expérience apprend à déterminer.

En second lieu, l'étude des phénomènes d'évolution nous montre que tout élément anatomique, tout tissu, tout organe, qui est né, devient, par le fait de son apparition ou de son arrivée, à un certain degré de développement, la condition de la genèse d'un élément anatomique, d'espèce semblable ou différente, et par suite d'accroissement ou de la formation d'un organe nouveau, etc. ; il devient même, à certaines périodes, la condition de l'atrophie de quelque autre partie. C'est de la sorte que les éléments anatomiques deviennent successivement générateurs les uns des autres, sans l'être directement par continuité matérielle, c'est-à-dire sans qu'il y ait un lien généalogique direct entre la substance de celui qui apparaît et celle des éléments de même espèce ou d'une autre espèce entre lesquels il naît (1).

Générateur veut dire ici que, grâce à l'instabilité nutritive naturelle de la substance organisée, l'accomplissement d'un acte met, au moins temporairement, la partie qui en est le siége dans les conditions statiques voulues pour que cet acte s'accomplisse, soit mieux, soit moins bien. Les conditions d'activité dont il s'agit peuvent être relatives à la nature, à la quantité

taine, mais ce qui n'est pas, c'est qu'elle soit un blastème passant directement à l'état de *tissu conjonctif* et de *vaisseaux*, surtout si directement, veut ici dire en masse.

(1) C'est là, en effet, ce qui a lieu à partir de l'époque où il n'existe plus dans l'économie des cellules de provenance vitelline directe pour tous les éléments anatomiques qui arrivent à l'état de fibre ou de tube, et même pour quelques-uns de ceux qui conservent l'état de cellule. Comme depuis les poissons jusqu'à l'homme il en est ainsi pour les vertébrés, à compter du moment où ils ont une longueur de 8 à 15 millimètres environ, on voit que c'est de la sorte que naît le plus grand nombre des individus élémentaires musculaires, nerveux, cartilagineux, osseux, lamineux, élastiques, etc., observés sur l'animal vivant librement, sans parler des parois propres de la notocorde, cristalliniennes, glandulaires et autres.

ou à l'arrangement relatif des molécules composantes des cellules, etc. ; elles peuvent se rapporter de plus à la genèse (ou à la disparition) intime de parcelles, les unes homogènes, les autres hétérogènes par rapport à leurs antécédentes ; quel que soit l'ordre de propriétés d'ordre organique dont jouit l'élément, l'apparition comme la disparition de celles-ci constituent d'autre part, dans son intimité, de nouvelles conditions pour son activité propre et pour la génération ou l'atrophie de telles ou telles parties selon les circonstances dans lesquelles se trouve placée la cellule, la fibre, etc. Là se trouve la raison d'être de l'accroissement à la fois statique et dynamique des muscles, des organes des sens, des glandes, des os, etc. ; comme celle de leur décroissement, selon qu'ils sont régulièrement mis en activité, ou au contraire laissés inactifs. Là aussi se trouve la raison d'être de ces modifications aberrantes souvent énormes ou étranges dans le volume, la forme et la structure des cellules aussi bien que de tel ou tel organe considéré dans son ensemble, toutes les fois que ces parties sont longtemps maintenues dans des conditions anormales permettant la persistance de leur rénovation moléculaire nutritive.

Mais, par suite même de ce que ce fait a pour condition première d'existence un certain degré d'instabilité de la substance organisée, dès que dans le cours naturel de sa durée un élément est arrivé au faîte de la perfection en tant que structure et activité, il ne s'y maintient que pendant un temps limité. Cette perfection décroît à cet égard par suite de la persistance et de l'imparfaite élimination de certains des principes qui arrivent aux cellules ou qui s'y forment. Incrustant ainsi ces derniers, pendant que d'autres principes continuent à disparaître, sans être parfaitement remplacés, ceux qui sont inertes comme les principes calcaires, graisseux, etc., prennent la place de ceux qui agissaient. Ailleurs c'est la désassimilation de certains principes, sans assimilation correspondante, qui cause ces modifications séniles ou morbides. Dans tous les cas, dès qu'un *summum* de perfection est atteint, lorsque le sommet de la courbe d'évolution est touché, le corps organisé se modifie en redescendant vers l'autre extrémité de cette courbe, mais sans jamais tendre à revenir vers son point de départ, sans que

jamais même les résidus anatomiques et fonctionnels puissent être assimilés aux rudiments des choses correspondantes en voie de croissance.

C'est par cette série de conditions se montrant successivement, que s'établit la connexité qui existe entre les divers tissus. C'est ainsi que l'apparition constante de plusieurs éléments à la fois, se montrant aussitôt avec une forme spécifique et un arrangement réciproque déterminé, conduit pas à pas l'organisme à présenter les dispositions qui entraînent avec elles l'aptitude à l'accomplissement de chaque fonction.

Toute méthode rigoureuse exige que cette succession de conditions soit logiquement étudiée depuis les premiers phénomènes de la fécondation jusqu'à ceux qui ont lieu dans les derniers temps de la vie; hors de là, il est absolument impossible d'arriver à pouvoir se rendre compte exactement des phénomènes normaux et morbides, même de ceux qui nous semblent les plus simples, et tous ces phénomènes, à compter de celui de la segmentation, présentent un ensemble de points communs dans tous les animaux et les végétaux, d'une admirable généralité qui ne permet pas à la doctrine qui veut séparer l'homme des autres êtres à ces divers égards de tenir un instant devant l'examen de la réalité. Ce n'est que graduellement que l'on voit avec les différences des conditions dans lesquelles ont lieu ces évolutions se montrer successivement et pas à pas des différences spécifiques de plus en plus tranchées, dont le moment d'apparition peut être saisi aussi bien que les dispositions et les actions antérieures.

La question de l'appropriation des tissus à l'accomplissement de ces actes est résolue par ce fait que constamment les éléments anatomiques naissent ou s'individualisent un certain nombre à la fois, de telle sorte que, dès leur apparition, ils sont groupés dans un ordre déterminé en corrélation avec leur forme et leurs dimensions. Ceux des éléments anatomiques de même espèce ou d'espèce différente dont la naissance est amenée par l'évolution des premiers apparus, prennent naturellement une disposition réciproque en rapport avec celle des parties analogues qui les ont précédées. Ces particularités s'observent jusque dans les cas de régénération des tissus sur

l'adulte ou sur les jeunes sujets, quand on voit par exemple dans les nerfs coupés de nouveaux éléments nerveux naître en prenant la disposition de ceux qui s'atrophient et qu'ils remplacent.

Ajoutons enfin que c'est déjà conformées en organes que se montrent les parties nouvelles du nouvel être, sinon toutes, au moins la plupart. Leurs éléments, véritables facteurs de chacun des actes essentiels de l'économie, ne sont pas non plus au moment de leur apparition tels qu'ils seront plus tard, tant au point de vue de leur nombre et de leur forme que de leur structure; d'où résulte que leur arrangement réciproque, ainsi que la conformation de l'organe, changent graduellement à mesure que d'autres apparaissent à côté des premiers venus et que les uns et les autres s'accroissent en modifiant graduellement leur structure par une série d'actes moléculaires s'accomplissant dans leur intimité.

A l'exception des cas de scission et de gemmation individuelle des cellules, ce n'est pas un par un que naissent les éléments anatomiques, pour montrer un certain arrangement réciproque quand ils seraient devenus assez nombreux pour permettre de dire qu'ils forment un tissu et pour se disposer en quelque sorte côte à côte de manière à construire un organe en passant ainsi du plus petit au plus grand. Plusieurs cellules apparaissent en même temps, configurées, construites d'une certaine manière individuellement, associées entre elles et formant une partie d'un volume et d'une conformation en rapport avec ces caractères et avec leur nombre; puis c'est à mesure que dans leur intimité individuelle se passent les phénomènes de leur évolution propre que des cellules nouvelles de même espèce ou d'espèce différente s'ajoutent à elles et reconnaissent comme condition de leur apparition ces phénomènes-là.

Notons encore une conséquence importante de ces phénomènes. Nous avons vu que chaque organe qui apparaît ainsi constitué devient, par le fait même de son apparition, dans certains cas, de son arrivée à un certain degré de développement dans les autres, la source des conditions indispensables pour l'apparition de quelque autre organe; or, il résulte de là que chacun de ceux-ci se trouve ne jamais avoir été séparé des

autres, et au contraire conserve toujours cette contiguïté ou cette continuité qui sont si nécessaires dans toute ordination de parties quelconques destinées à concourir à un but commun. Là se trouvent les conditions qui font que les organes premiers, constitués de tissus différents, tels que les muscles, les tendons, les os, les ligaments, n'ayant jamais été séparés et ayant développé corrélativement leurs saillies et leurs dépressions en sens inverse l'une de l'autre, offrent une adhésion par contiguïté immédiate qui est proportionnelle à leur propre consistance ; de là vient aussi que ces organes et autres ne glissent les uns sur les autres que lorsqu'ils sont séparés par quelque tissu très-extensible, tel que le tissu cellulaire ou lamineux ou par les feuillets d'une séreuse dont ce sont les faces opposées qui glissent l'une contre l'autre.

Il importe maintenant de ne pas oublier que l'observation montre le nouvel être ainsi composé d'abord de parties peu consistantes, il est vrai, mais solides, diversement configurées et diversement associées en tissu et en organes selon cette constitution ; que d'autre part, c'est alors que sont ainsi apparus dans une solidarité statique nécessaire de véritables organes permanents que de certains de ces derniers proviennent directement, par exsudation exosmotique et désassimilatrice de principes (d'abord assimilés en excès), des liquides ou humeurs propres à cet être. Or, en raison de leur composition immédiate et de leur fluidité, ils ne peuvent pas ne pas entrer en relation par des échanges de même ordre, soit avec les milieux organiques ou maternels dans le cas des animaux vivipares, soit avec les modificateurs cosmologiques ou généraux dans celui des êtres ovipares. Ils constituent ainsi dès l'origine un *milieu intérieur*, servant d'intermédiaire physico-chimique entre les agents extérieurs au nouvel être, de quelque nature qu'ils soient, et les parties solides et directement actives dont il provient primitivement, avec la composition immédiate desquels la sienne conserve toujours inévitablement d'intimes rapports et dont il n'a jamais été séparé mécaniquement.

La liaison physique et moléculaire ou constitutive originelle entre les solides et les liquides qui les produisent, qui ne cessent jamais, sous le rapport surtout de l'influence réciproque

des uns sur les autres ne saurait donc être plus intime, plus minutieuse, et leur ordination pour l'accomplissement d'actes corrélatifs ne saurait être plus inévitable.

Or, il est reconnu de tous que les qualités dynamiques des corps bruts leur sont inhérentes ou consubstantielles, et que sous ce rapport la matière à l'état d'organisation ne fait exception en quoi que ce soit avec les premiers.

Il n'est pas moins nettement démontré que ces qualités varient dans les formes élémentaires de la substance organisée avec la constitution intime de chacune de celles-là. Aussi nul de ceux qui sont familiers avec l'étude de la substance organisée ne peut aujourd'hui se refuser à reconnaître que tous les divers phénomènes dits vitaux résultent exclusivement de la corrélation nécessaire et de l'action réciproque entre ces deux éléments indispensables, l'organisme ainsi constitué et les milieux tant intérieurs qu'extérieurs, représentés ceux-là par les humeurs, les autres par l'ensemble total des circonstances extérieures d'un genre quelconque, compatibles avec l'existence de l'être. Dès lors comment ne pas reconnaître aussi que dès ce moment il y a déjà nécessairement solidarité entre toutes les parties qui constituent le nouvel être et que leur jeu ne peut conduire qu'à des actes d'un ordre déterminé par cette solidarité qui représente l'arrangement convenant à l'accomplissement de ces actes.

Il faut avoir poursuivi pas à pas sur des embryons de vertébrés et d'invertébrés l'examen de cette influence successive de la génération d'un tissu sur celle d'un autre ou de la production d'une humeur, comme celle du tube cardiaque sur la formation du sang et aussi d'autres, pour saisir comment, mais non pourquoi, l'apparition de l'un des précédents détermine celle de celui qui suit; comment un trouble causé dans le développement du premier en amène dans la formation du second alors même que ces perturbations ont précédé l'apparition de celui-ci. Il faut avoir suivi la succession de ces phénomènes pour saisir comment la génération des pièces squelettiques amène celle des masses musculaires, puis celle de ces dernières détermine des faisceaux des tendons correspondants, qui naissent après cela et jamais avant; comment l'arrivée de

l'intestin à un certain degré de développement entraîne la génération du foie, puis du pancréas, etc.

Ainsi en même que les parties constituantes du corps apparaissent ordonnées en tissus, elles se présentent aussi groupées ou divisées en organes, inévitablement ou directement contigus ou continus les uns avec les autres selon leur constitution élémentaire propre et dans un état de solidarité par contiguïté et continuité que rend inévitable leur génération successive, l'apparition de celui qui se montre le second étant précisément déterminée par les conditions nouvelles dans lesquelles se trouve placé le germe par le fait même de la production du premier; et cela s'accomplit et se suit inévitablement dans un ordre analogue jusque dans les monstruosités lorsque quelque circonstance accidentelle a modifié l'organe antécédent sans compromettre absolument l'existence de l'être, quel qu'il soit.

Or cette solidarité statique est précisément ce qui fait anatomiquement un appareil unique d'un ensemble d'organes différents par leur constitution propre; mais, vu la consubstantialité, l'immanence, des propriétés aux éléments anatomiques arrivés à tel ou tel degré de développement qui sont les facteurs individuels de chacun des ordres d'actes observés lors de leur conflit réciproque avec le milieu ambiant, ces actions ne sauraient être autrement qu'harmoniques et amenant l'accomplissement d'un usage en rapport avec la constitution élémentaire des parties.

De plus, chaque organe, par le fait de son activité, est ainsi mis en mesure, comparativement à ce qu'il est à l'état du repos, de déterminer la naissance d'éléments à côté d'autres éléments ou des parties nouvelles à côté de celles qui existent dans l'intimité de ceux-ci, de manière à les amener plus ou moins vite selon les degrés et la direction de cette activité au maximum de leur développement anatomique et fonctionnel, dans tel ou tel sens. Chaque phénomène devient de la sorte générateur de quelque autre qui le suit et porte les modifications évolutives de l'organe actif au plus haut point qu'elles puissent atteindre.

C'est cette succession d'influence qui détermine inévitablement la génération et le développement des parties, de telle sorte que chaque noyau, chaque cellule qui naît devient par

ce fait générateur des suivants, sans que celui-ci ait de lien génésique substantiel direct avec le précédent; c'est ensuite l'oscillation de cet ensemble de conditions, les unes intrinsèques et relatives à l'ovule, etc., les autres extrinsèques ou de milieu, c'est leur oscillation, dis-je, entre des limites circonscrites par les monstruosités d'une part, et de l'autre par la mort, qui maintient chez chaque nouvel être une certaine uniformité dans la structure fondamentale, par rapport à ses antécédents, qui ont fourni les principes immédiats, indispensables à sa genèse originelle et à son premier développement.

CHAPITRE X

DE L'ÉVOLUTILITÉ DES CELLULES.

L'évolutilité est cette propriété qu'a toute substance organisée amorphe ou figurée en voie de rénovation moléculaire de se modifier sous les divers rapports de son volume, de sa forme, de sa structure et des manifestations de ses autres attributs d'ordre vital, jusqu'à détermination de changements tels dans sa constitution que tous ces actes cessent, ce qui caractérise la mort (1).

(1) Les auteurs anciens définissaient ainsi le *développement :* « *Auctio* (αὔξησις *augmentatio, accretio incrementum*) *proprie dicitur species illa nutritionis, quando corpora et partes accedentibus de novo portionibus iis e quibus antea constabant virtute flammæ vitalis, assimilatis secundum omnes dimensiones augentur accrescunt usque ad naturæ determinatam quantitatem* (Charlton, *loc. cit.*, 1658, in-12, *exercitatio* I, § I). Il est remarquable de voir combien peu de physiologistes ont pris en considération cet acte, en dehors de ce qui regarde l'accroissement total du corps ou de quelques organes; combien, au contraire, il en est qui ont confondu les phénomènes du développement de la chose née avec ceux de la naissance de cet objet. Le développement des parties formées, associé à la génération d'autres parties, a pour résultat l'*accroissement* de chaque organe ou de l'être considéré dans son ensemble, depuis l'état d'œuf jusqu'à l'époque où il vit de lui-même et jusqu'à celle où il a atteint sa grandeur parfaite. Ils distinguaient ces phénomènes de l'*épigénème* ou *épigenèse* ἐπιγέννημα de ἐπιγίγνεσται, survenir) qui est le fait de la naissance d'une chose, d'un organe, etc., qui n'existait pas à côté d'un autre qui préexistait, *quod fit per generationem seu additionem partis post partem*. Saint Thomas d'Aquin qui a très-nettement distingué l'*âme, faculté ou puissance végétative* des facultés sensitives, intellectives et de celle de locomotion, a le premier formellement établi que la première se subdivise en trois facultés différentes qui sont la nu-

Le *développement* et l'*évolution* sont les résultats par lesquels se manifeste l'existence de cette propriété.

Le mot *développement* désigne, soit l'existence, l'accomplissement des modifications précédentes, les manifestations de l'évolutilité, soit plus spécialement et plus exactement l'augmentation de masse, l'extension dans les trois dimensions des éléments anatomiques.

Le mot *évolution* désigne aussi, soit les manifestations de l'existence de cette propriété de la matière organisée, soit plus spécialement et plus exactement ses phases qui se déroulent en quelque sorte en traçant une courbe dont certains points sont choisis comme servant de repaires ou degrés dans l'étude et la comparaison de ces phases.

Dans presque tous les écrits physiologiques, les mots *évolution* et *développement* sont pris selon les exigences du sujet traité, tantôt dans le sens d'*évolutilité*, c'est-à-dire pour désigner la propriété que possède la substance organisée de se développer, d'évoluer, tantôt pour signaler le fait et le résultat de l'existence des manifestations de la propriété (1).

tritive, l'augmentative et la générative ; que la nutrition enfin et la croissance ne sont pas essentiellement liées ; que l'une, la nutrition, peut exister et même existe sans l'autre dans tous les hommes faits.

(1) Les éléments anatomiques qui en reproduisent d'autres directement, aux dépens de leur propre substance, ne le font qu'autant qu'ils ont atteint un certain développement, parcouru certaines périodes d'évolution dont le phénomène de *reproduction* marque en quelque sorte une phase extrême ; or celle-ci serait incompréhensible si les phénomènes antérieurs de développement n'étaient déjà connus. C'est ainsi par exemple que le phénomène si remarquable de la segmentation ou scission, qui amène l'individualisation en cellules, ici de la substance du vitellus, ailleurs de sa substance homogène qui forme les épithéliums, est un acte qui se rattache à la propriété d'évolutilité en ce qu'il marque le terme du développement au point de vue de la masse et de certains changements de structure de ces substances, amorphes jusque-là, auxquelles il donne les caractères d'éléments figurés ; ce même phénomène rattache également la reproduction à l'évolution, car c'est lui qui, lorsqu'il a lieu sur des éléments anatomiques figurés les amène à se diviser en deux, à produire ainsi un nouvel individu semblable à son antécédent, ce qui ne survient qu'autant que ce dernier a dépassé les dimensions habituelles du plus grand nombre ; puis chacun des deux individus existant alors est susceptible d'évolution, se terminant encore par cette segmentation lorsqu'il arrive à un certain degré d'hypertrophie. De même encore les cellules animales et végétales qui se reproduisent par gemmation, telles que celles des *levûres* et d'autres êtres unicellulaires, nous montrent qu'elles ne se multiplient par gemmes que lorsqu'elles sont arrivées à leur plein degré d'accroissement individuel ou à peu près et nullement lorsqu'elles sont encore à l'état de très-petits corpuscules globuleux.

ARTICLE PREMIER. — DES CONDITIONS GÉNÉRALES DE L'ACCOMPLISSEMENT DE L'ÉVOLUTION.

Le développement suppose la nutrition ; pas d'évolution sans nutrition ; celle-ci est la condition d'existence essentielle du premier ; il est sous sa dépendance d'une manière absolue, mais il en est distinct ; ce n'en est pas une conséquence, une suite nécessaire ; c'est un phénomène qui lui est contingent ; car on pourrait concevoir un corps qui existât indéfiniment sans se développer, se nourrissant par simple oscillation de ses matériaux, c'est-à-dire par un échange égal entre les parties qui sortent et celles qui pénètrent. Ainsi, l'évolutilité diffère de la nutrilité et ne doit point être confondue avec elle ; c'est une autre propriété de la matière, mais de matière organisée seulement et non de la matière brute. La propriété que présentent les éléments anatomiques de grandir ou de diminuer en modifiant ou non leur forme et leur structure, est un phénomène qui ne peut se comparer à celui qui consiste en une rénovation continuelle molécule à molécule des principes qui constituent leur substance, par combinaison d'une part et décombinaison de l'autre. Il n'y a réellement rien de semblable dans ces deux phénomènes (voy. p. 71) ; prendre l'un pour l'autre, ou considérer les deux comme n'en faisant qu'un et les désigner par le même mot, serait commettre une grave erreur.

L'être vivant s'accroît tant que chez lui le mouvement d'assimilation prévaut sur celui de désassimilation ; il décroît ensuite dès que leur relation devient inverse ; enfin, il meurt quand leur harmonie fondamentale se trouve rompue (1).

(1) Les remarques contenues dans les deux paragraphes précédents sont d'A. Comte qui, le premier, a bien distingué le développement à la fois de la nutrition et de la génération (*Cours de philosophie positive*. Paris, 1838 et 2ᵉ édit. Paris, 1864, in-8, t. III, p. 465 et suiv., et *Système de philosophie positive*. Paris, 1851, in-8, t. I, p. 588 et suiv.). Ce fait est d'autant plus important à signaler que malgré quelques indications de Burdach à cet égard (*Physiologie*, Paris, 1837, t. I, V et VIII), presque tous les auteurs confondent l'évolutilité, soit avec la nutrilité, soit surtout avec la natalité. Rien, en d'autres termes, n'est plus commun que de voir confondre les notions relatives à l'entretien des cellules et autres éléments (dans l'état où elles se trouvent, l'état adulte par exemple) par simple rénovation moléculaire continue, avec celles qui concernent l'acquisition de parties nouvelles ou la perte et disparition

La constante nécessité de ces trois phases successives semble résulter de l'antagonisme naturel entre les solides et les fluides, dont le concours peut seul permettre une recomposition continue, tandis que leur équilibre ne paraît point susceptible de persister toujours; mais il faut dans les sciences supérieures (par la complication de leur sujet) se défier beaucoup de ces déductions vagues, et d'ailleurs oiseuses, qui n'ont presque jamais de validité réelle.

Le fait est que la mort ne peut pas être considérée comme une conséquence de la vie, de la nutrition. Leur connexité réelle est tellement contingente par rapport à nous, que pendant l'enfance individuelle ou collective nous supposons facilement l'éternité de notre existence. La liaison constante de la mort au développement fournit même un des attributs généraux de l'existence organique. De la rénovation continue qui caractérise la nutrition, et par suite la vie, il ne découle réellement que la possibilité de croître d'abord et de décroître ensuite, à moins d'un parfait équilibre entre l'assimilation et la désassimilation. Aucune contradiction scientifique ne nous empêcherait de concevoir cette alternative comme indéfiniment répétée chez le même être sans y interrompre la continuité de la rénovation et sans qu'il s'ensuivît une décomposition. La théorie générale de la mort ou fin des cellules est donc au fond entièrement distincte de celle de la nutrition; elle se trouve seulement moins avancée en raison du plus petit nombre de recherches qu'elle a suscitées.

Aux points de vue de la constitution moléculaire des corps et des actes moléculaires aussi qui s'y passent, ce qui caractérise la chimie, c'est la stabilité des combinaisons qui ont eu lieu, la permanence des phénomènes offerts par les espèces chimiques, tant qu'il n'y a pas eu décomposition; ce qui la

de celles qui existaient dans l'ordre de phénomènes concourant à amener des changements de structure; c'est confondre les notions relatives au maintien dans un état stationnaire avec celles, soit d'accroissement ou de progrès, soit de décroissement sénile, accidentel, etc. Rien de plus nuisible qu'une pareille confusion. L'étude des cellules conduit à l'éviter en donnant des exemples matériellement visibles les plus nets qu'on puisse concevoir, concernant les différences qui séparent le maintien, dans un état donné, de l'acquisition et de la perte des parties constituantes intimes.

caractérise encore, c'est qu'au point de vue dynamique, l'existence des espèces n'offre que deux termes, celui de leur formation et celui de leur ségrégation moléculaire qui en marque la fin. Ces espèces n'offrent, par conséquent, pas de développement, pas de qualité spéciale, intermédiaire, en quelque sorte, entre le moment de leur formation et celui de leur disparition, en tant qu'espèce, par combinaison à un autre corps ou par décomposition.

Ce qui caractérise, au contraire, la biologie envisagée sous les mêmes points de vue, c'est l'instabilité de la décomposition de la substance organisée, des espèces d'éléments anatomiques et d'humeurs (voy. p. 22 et 23); ce sont leurs variations continues, sous ce point de vue, par une série d'oscillations, en quelque sorte autour d'une ligne constante et d'après une loi de rapidité en progression croissante, puis décroissante, dont les derniers termes ne reproduisent jamais exactement les premiers et qui diffère d'une espèce d'élément à l'autre (1).

Cette remarquable et dominante particularité devient à son tour la condition d'existence de faits dynamiques plus frappants encore. C'est d'abord que ces espèces de corps ont comme les autres un commencement et une fin saisissables à nos moyens d'investigation sans que cette dernière soit nécessairement une décomposition au point de vue statistique. C'est ensuite, qu'entre ces deux termes extrêmes, indépendamment des actes nutritifs dont il vient d'être question, elles sont le siége d'une série de phénomènes intermédiaires dits de déve-

(1) Aussi en chimie le meilleur moyen de déterminer la nature des espèces de composés est-il la connaissance de leur composition jointe à celle de leur destruction spécifique, soit par ségrégation moléculaire, soit par combinaison à d'autres corps; mais la notion de l'origine des espèces importe généralement peu. En biologie, au contraire, où il s'agit de corps en voie incessante de changements, nous ne pouvons arriver à déterminer leur nature qu'en ajoutant à la connaissance de la composition immédiate de leur substance et à celle de leurs réactions, des notions nettes sur le mode de leur apparition jointes à celle des termes de leur existence évolutive, intermédiaires à celle-ci et à leur fin. C'est donc surtout en déterminant où, quand et comment il nait, que nous apprenons quelle est la nature de tout corps qui a une origine et une fin saisissables; mais quant à ceux qui n'ont ni commencement ni fin, le champ des hypothèses invérifiables est seul ouvert à leur étude, sans que nous puissions connaître leur nature, parce que la notion de ces deux termes extrêmes est nécessaire pour porter un jugement sur tous les points intermédiaires.

loppement ou d'évolution dont la fin caractérise la *mort* de chacune des espèces d'éléments dont il s'agit.

Enfin, les autres propriétés de la substance organisée d'un ordre plus élevé que le développement, telles que celles de natalité, de contractilité et de névrilité, offrent à leur tour cette remarquable particularité qu'elles participent elles-mêmes à ce développement; c'est-à-dire que depuis l'époque où elles ont commencé à se manifester sur tel ou tel élément jusqu'à celui où elles disparaissent, elles présentent aussi une succession de changements ou de modes; cette évolution, qui, naturellement, diffère de l'une à l'autre de ces propriétés, selon sa nature reconnaît pour condition statique d'existence le développement même des éléments anatomiques; en d'autres termes, elle est en corrélation immédiate et inévitable avec les changements successifs qui ont lieu dans l'intimité de la substance des éléments anatomiques et qui caractérisent leur développement individuel.

De même encore les propriétés animales, comme la *contractilité* et la *névrilité*, n'apparaissent pas dès le moment de la naissance des éléments qui en sont doués, mais seulement lorsqu'ils ont atteint un certain degré de développement, sans l'arrivée duquel elles n'existent pas, mais que leur apparition caractérise dynamiquement; jusque-là ils ne jouissent que des propriétés de la vie végétative. La première manifestation des qualités ou perfections de la vie animale caractérise l'*animation*, comme leur dernière manifestation caractérise la *mort animale*, bientôt suivie de la cessation de la vie végétative, toute nutrition et de tout développement, ce qui marque la fin de toute évolution en général, c'est-à-dire de l'attribut dynamique dominant de toute existence individuelle (1).

(1) Pour les anciens et pour beaucoup de modernes qui raisonnent en dehors des notions qu'ont fait acquérir l'anatomie et la physiologie générales, l'*animation* était l'arrivée de l'*âme* « quod fit ens incorporeum, spirituale et incorruptibile et immortale seu principium illud activum et proximum animæ in prima » significatione sumtæ instrumentum, cujus beneficio membra corporis vivunt, » sentiunt, moventur et omnes in vitæ actiones edunt », dont on ignorait « originem tamen et naturam et quandiù cancellis corporis organici voluti inclusum » tenetur, et ita nondum liberrimæ activitatis est. » (Castelli, *Lexicon medicum*, Genevæ, 1746, in-4, p. 51.)

ARTICLE II. — DES MANIFESTATIONS DE L'ÉVOLUTITÉ OU PHÉNOMÈNES DU DÉVELOPPEMENT DES ÉLÉMENTS ANATOMIQUES.

Le point de départ du développement des éléments anatomiques est le moment qui fait suite à celui de la naissance, de l'apparition de chacun d'eux en tant qu'individu distinct. Tous présentent alors le plus grand degré de simplicité qu'ils offriront jamais ; cette commune simplicité les rapproche d'une espèce à l'autre, bien qu'ils soient déjà spécifiquement différents. Les phénomènes saisissables de leur évolution consistent en une succession graduelle de très-petits changements de *volume*, de *forme*, de *consistance*, de *réactions chimiques* et de *structure*, qui les éloignent de plus en plus de ce qu'ils étaient au début, et rendent de plus en plus chaque espèce distincte de toute autre (1).

(1) Ainsi nous voyons déjà, et nous allons encore voir en détail que ce qu'il y a de caractéristique dans l'évolution au point de vue organique, c'est-à-dire au delà des changements de forme, de volume, etc., ou caractères d'ordre physique consiste essentiellement en une génération successive et intime de parties nouvelles, nucléoles, granules, stries, cavités ou en la disparition ultérieure de ces parties profondes. Le développement est donc une *formation*, durant sa période ascendante au moins, et la formation n'est en aucune manière un *développement*, à l'opposé à ce que dit Burdach, lorsqu'il écrit que : dasn le règne organique *se produire* est un acte continu, la *formation* est un *développement*, un perfectionnement graduel et progressif tenant à l'acquisition d'une diversité plus grande et d'une individualité plus élevée ; donnée qui par suite le conduit à dire que le *développement est une métamorphose* (*Physiologie*, trad. franç. Paris, 1857, t. IV, p. 153 et 154). Nous verrons, de plus, que le développement ne consiste pas non plus en une simple *séparation* ou différenciation de parties primitivement homogènes et préexistantes, comme le disent encore, soit implicitement, soit explicitement, quelques physiologistes (voy. la note, p. 294). En fait, ce qu'ils nomment *différenciation*, est ce qui dans l'évolution consiste en une succession de formations de particules distinctes les unes des autres, qui n'existaient pas dans l'instant antecédant, à l'exclusion de ce qui, souvent dans cette évolution, consiste d'autre part en une disparition de diverses parties. Les éléments anatomiques envisagés non plus à un moment donné, mais dans toute la durée de leur existence, se présentent à nous comme des corps en voie incessante de modifications, dont l'évolution de l'économie n'est que la résultante. Or, dans cette série de changements graduels et incessants on peut distinguer trois termes ou états anatomiques qui servent à guider l'observateur et à fixer ses idées. Ce sont l'état embryonnaire, l'état adulte normal et l'état sénile, souvent remplacé par divers états morbides, conduisant ou non à la mort. Tant que l'un de ces trois points de repère est négligé, toute comparaison entre eux des éléments normaux ou altérés devient impossible ou erronée. Cette donnée méthodique fournie par l'étude des éléments anatomiques, est propre à la bio-

Les différences qui existent entre un élément arrivé aux dernières périodes de son évolution et ce qu'il était lors de sa naissance, sont plus considérables que celles qui séparent les éléments d'espèces diverses prises au moment où elles viennent d'apparaître. Mais leurs différences spécifiques vont en augmentant avec l'âge d'une manière très-tranchée.

Si la structure et les autres caractères d'un élément ne sont pas identiques pendant toute la durée de son existence, si les analogies qu'ils offrent d'une espèce à l'autre lors de leur apparition vont en diminuant à mesure que plus de temps s'écoule à partir de ce moment, il ne faut pas croire que tous les éléments sont semblables lors de leur naissance, et que ce sont ces changements graduels qui établissent les différences spécifiques observées de l'un à l'autre à leur période dite de plein développement. Chaque espèce peut ainsi être distinguée de toute autre aussi bien à des périodes correspondantes de leur existence qu'à des époques différentes.

Bien que continuelles, ces variations ne sont pas infinies ni indéfinies. Elles s'accomplissent dans un sens qui est toujours le même pour chaque espèce d'élément pris sur un même être, et avec de légères différences d'un genre à l'autre dans les animaux comme sur les plantes.

Sur un animal donné, le même élément présente aussi certaines différences évolutives de l'un à l'autre des organes dont il fait habituellement partie, de l'une à l'autre des conditions d'activité ou de repos dans lesquelles se trouvent ces organes et surtout de l'une à l'autre des conditions morbides dans lesquelles il peut être placé. Mais dans aucune de ces circonstances ces variations ne font perdre à l'élément ses caractères spécifiques,

logie, car dans l'étude des corps bruts, les éléments chimiques se présentent toujours les mêmes dès l'instant où ils viennent à être séparés des autres corps simples, depuis l'instant où ils sont mis en liberté. Les composés chimiques également restent toujours semblables à eux-mêmes, depuis l'instant où ils apparaissent sous forme de cristal infiniment petit ou à tout autre état. Du moins, si les corps simples, comme les corps composés, peuvent réellement être parfois envisagés à l'*état naissant* et à l'état stationnaire, toujours est-il qu'ils ne présentent jamais, envisagés en eux-mêmes, que ces deux termes de comparaison. Ils ne montrent rien de comparable aux états des éléments anatomiques indiqués plus haut, ni surtout aux modifications intermédiaires qui établissent la liaison de l'un à l'autre des précédents.

ne le conduisent à prendre les caractères de quelque autre espèce après en avoir possédé de différents pendant un certain temps, c'est-à-dire à se transformer en un élément d'une autre espèce. Dans les cas anormaux même, soit embryonnaires ou tératologiques, soit accidentels ou morbides, ces variations conduisent chaque espèce d'élément anatomique à présenter des caractères qui s'éloignent plus ou moins de ceux qui lui sont habituels sans jamais tendre à le rapprocher de quelque autre espèce d'élément anatomique que ce soit, sans jamais établir un passage métamorphique entre lui et un autre. De ces variations résultent alors des anomalies proprement dites ou des aberrations morbides, des altérations qui peuvent être assez considérables pour ne plus laisser reconnaître l'élément si l'on n'a pas observé toutes les phases de ces modifications; mais loin de conduire à la superposition de ses caractères à ceux d'une autre espèce, s'il est permis de parler ainsi, elles mènent l'élément à différer plus de tout autre à quelque état que ce soit, que de l'un quelconque des états qu'il a offert antérieurement.

En d'autres termes les modifications évolutives des éléments montrent qu'ils constituent autant d'espèces oscillant en quelque sorte continuellement autour d'une ligne ou type fictif, pendant toute la durée de leur existence et pouvant avec le temps ou dans des circonstances accidentelles s'en éloigner considérablement sans que jamais ces variations les conduisent à prendre les caractères d'un autre type (1). Ces données s'ap-

(1) Il n'y a rien dans les phénomènes du développement d'éléments anatomiques quelconques qui puisse être comparé à la *métamorphose* et en recevoir le nom; c'est par une confusion qui a été la source d'erreurs sans nombre que l'ensemble des faits qui caractérisent l'évolution a été dite *métamorphose*. *Metamorphosis seu transformatio sumitur prospecie formationis animalium, quando vermis ex ovo nascitur vel ex eruca ad perfectam magnitudinem aucta, vel ex aurelia papilio et oponitur τῇ ἐπιγενέσει, quando per partium additionem animalia adolescunt* (Castelli, *Lexicon medicum*. Genevæ, 1746, in-4, art. MÉTAMORPHOSIS). Or on sait que cette métamorphose des insectes est caractérisée par la chute ou *mue* d'une ou de plusieurs couches d'organes extérieurs se détachant simultanément, pendant que naissent et s'accroissent des organes sous-jacents et définitifs, qui tendent ainsi à faire de l'animal un insecte parfait; organes qui tous ou presque tous sont nés par épigenèse, comme cela a lieu chez les autres animaux dans l'œuf durant l'évolution ovulaire. Il en résulte une série de changements de forme ou de développements, sans changement de nature anatomique qui soit une TRANSMUTATION : *quod mutatur de specie in speciem*. L'idée de la métamorphose appliquée aux éléments anatomiques est donc une

pliquent du reste en tout point aux propriétés des éléments anatomiques qui restent immanentes à chaque espèce sans qu'on voie jamais une modification quelconque de l'un d'eux faire prendre à l'un les propriétés de l'autre; car le rôle qu'il remplit cesse au contraire sans nulle transformation de ce genre dès que les altérations pathologiques ont trop éloigné la cellule de ce qu'elle était normalement (1).

Dans les substances amorphes, les phénomènes du développement sont bornés à une simple augmentation de quantité, quelles que soient les conditions dans lesquelles on les observe, sans qu'il soit possible de constater extérieurement d'autres particularités qui s'y rapportent. Mais pour les éléments anatomiques figurés, il n'en est pas de même. Chez eux le développement ne consiste pas simplement en une augmentation de volume telle que, quelles que soient leurs dimensions, ils seraient semblables à ce qu'ils sont lors de leur apparition. Pendant qu'ils grandissent, ils subissent comme nous l'avons dit des changements graduels et incessants survenant dans leur *forme*, leur *volume* et leur *structure*.

A. — De l'accroissement ou des changements de volume offerts par les éléments anatomiques durant leur évolution.

Quel que soit pour les éléments anatomiques figurés, leur mode d'individualisation par genèse ou par segmentation, on les

erreur, car ils n'offrent rien d'analogue à ce qui précède. Ils changent de forme, de volume et surtout de structure en se développant; ils perdent ou non des noyaux par résorption; ils acquièrent des parties nouvelles; ils se creusent de cavités, etc., pleines de granules ou de gouttes graisseuses ou autres qui les distendent, les déforment, changent leur couleur, se *substituent* même à une portion de leur substance, mais sans qu'ils se dépouillent d'aucune partie externe comme dans le cas de la métamorphose. Or c'est ce dépouillement qui caractérise essentiellement celle-ci parce que lorsqu'elle débute, les organes sous-jacents qui doivent rester définitifs existent déjà et ne font que se développer, que s'accroître, comme le font individuellement les éléments anatomiques, et cela par suite même de l'accroissement évolutif de leurs propres parties constituantes élémentaires. Aussi n'appelle-t-on guère, et à juste titre, en zoologie, *animaux sujets à métamorphose* que ceux qui, durant les premières phases de leur vie extra-ovulaire, perdent un ou plusieurs organes tégumentaires, enveloppant la totalité ou une partie du corps.

(1) Voy. sur ce point plus haut, et Ch. Robin, *Mémoire sur la muqueuse utérine*, etc. (Arch. gén. de méd. Paris, 1848, in-8, t. XVII, p. 273, et t. XVIII, p. 209); et *Des éléments anatomiques*, Paris, 1867, in-8, p. 21, 82 et suivantes.

voit consécutivement à ce fait acquérir un volume de plus en plus considérable de développement. Cet accroissement s'accomplit très-différemment d'une espèce à l'autre des éléments.

Il a lieu d'une manière égale ou à peu près égale dans les trois dimensions sur les cellules épithéliales polyédriques, les médullocelles, les leucocytes, les cellules du cristallin, du cartilage, les cellules nerveuses des ganglions et des centres nerveux, etc. De là résulte que la forme, soit polyédrique, soit sphéroïdale de ces éléments, reste à peu de chose près la même pendant toute la durée de leur existence au moins à l'état normal.

Dans beaucoup de circonstances normales et accidentelles on peut suivre les phases de l'augmentation de volume des éléments ayant lieu dans deux sens seulement pendant que d'autre part l'épaisseur reste la même ou parfois diminue comparativement à ce qu'elle était primitivement. De là le passage des cellules épithéliales des séreuses à une plus grande largeur sans changement de forme, à proprement parler, et de celles de diverses muqueuses de leur forme polyédrique originelle à la forme prismatique. D'autres fois on voit accidentellement des cellules du cartilage devenir plus ou moins minces et lamelleuses après avoir été sphéroïdales.

Pour le plus grand nombre des espèces d'éléments anatomiques, les changements de volume ont lieu durant leur évolution plus dans le sens de l'un des diamètres que dans celui des autres d'où leur passage, soit à l'état de prisme proprement dit, comme dans le cas des cellules épithéliales prismatiques, etc., soit à l'état de filament cylindrique ou prismatique pouvant être plus ou moins aplati ou non. C'est ce dont le développement des fibres lamineuses, élastiques, musculaires striées et musculaires de la vie végétative nous offre des exemples. Cette augmentation de volume est telle pour certains de ces éléments, comme les fibres lamineuses et beaucoup de fibres élastiques, que leur longueur ne peut être déterminée et que pour les autres comme pour les fibres musculaires striées, les fibres des ligaments élastiques, les tubes nerveux, etc., on n'en juge que par l'étendue des organes à la constitution desquels ces éléments prennent part.

a. Le développement d'un ou de plusieurs éléments peut ne pas atteindre les limites ordinaires arrivé à un certain degré, il cesse, l'*assimilation* ne l'emporte plus sur la *désassimilation*, il y a égalité entre ces deux actes élémentaires, égalité qui peut durer plus ou moins longtemps. Dans ce cas, on dit qu'il y a *arrêt de développement*. C'est là un fait *anormal ou tératologique;* beaucoup de cellules végétales et animales, celles des épithéliums ou autres, des ovules ainsi que des fibres en offrent des exemples.

b. Le développement des cellules achevé, ou avant qu'il le soit, il peut arriver que plusieurs, une seule ou toutes décroissent sensiblement, qu'elles diminuent de volume, que l'acte de désassimilation l'emporte sur celui d'assimilation; il peut se faire, en un mot, qu'elles présentent le phénomène inverse de l'augmentation de masse qu'elles ont offerte jusque-là.

Ce cas accidentel de l'accroissement des éléments anatomiques a reçu le nom d'*atrophie*. Ce changement dans leur évolution se range, suivant les conditions au milieu desquelles on l'observe, soit parmi les phénomènes naturels du développement, mais ultimes ou séniles, soit parmi les faits *anormaux* on *tératologiques*, soit enfin parmi les phénomènes *morbides* ou *pathologiques*. On l'observe tératologiquement lorsque des ovules des plantes et des animaux en voie de développement sont comprimés par d'autres qui les font avorter par atrophie partielle ou totale.

Les éléments anatomiques qui, soit à l'état adulte, soit même avant cet âge, peuvent être trouvés avec un volume moindre que la plupart des autres sur le même sujet ou plus petits qu'on ne les rencontre sur le plus grand nombre des autres individus, sont communément dits *atrophiés;* or les élements qui d'une manière générale sont désignés de la sorte peuvent être :

1° Ou *arrêtés dans leur évolution*, c'est-à-dire que ce sont des éléments qui n'ont pas atteint un développement aussi grand que le plus grand nombre.

2° Ou bien, soit qu'ils aient atteint leur plein développement, soit même avant, ils peuvent avoir *diminué de volume*, par perte d'une portion de leur substance, ils sont *amaigris;* quelquefois on les dit en voie de *résorption*, mais ce terme s'applique

surtout au cas dans lequel, après un certain temps, on constate qu'ils ont complétement disparu.

Ces deux cas sont très-différents et peuvent être distingués l'un de l'autre. Lorsque les éléments anatomiques sont arrêtés dans leur développement, on peut reconnaître en eux les caractères de structure que présentent les éléments bien conformés à l'une des périodes de leur évolution; on peut reconnaître ainsi celle des phases de cette évolution à laquelle ils se sont arrêtés, à laquelle ils ont cessé de se développer. Cela suppose une étude des cellules déjà faite à toutes les époques de leur existence. On observe des exemples de ce genre dans tous les organes qui renferment des épithéliums.

Lorsque les éléments anatomiques *sont amaigris*, ont *diminué de volume*, soit dans l'état sénile, soit dans des conditions pathologiques, on reconnaît ce fait à ce que, toujours en même temps, ils montrent quelques particularités de structure différentes de celles qui caractérisent les périodes de l'évolution normale. Les phases de cette diminution de masse diffèrent toujours sous quelques rapports de celles du développement proprement dit; en d'autres termes elles n'amènent jamais l'élément à être tel qu'il a été antérieurement. C'est ainsi que les vésicules adipeuses *amaigries* présentent une enveloppe plissée, séparée par un liquide incolore de son contenu huileux, ce qu'on ne rencontre jamais dans les vésicules adipeuses arrêtées dans leur développement, ni à aucune phase de leur évolution ascendante. C'est ainsi que les faisceaux striés des muscles amaigris offrent le plus souvent dans leur épaisseur des granulations ayant un aspect et une disposition générale qu'ils ne montrent pas durant les phases de l'évolution embryonnaire.

De l'hypertrophie des éléments anatomiques. — Lorsque le développement d'une cellule est achevé, lorsque son volume a atteint ses limites habituelles, elle les conserve aussi longtemps que persistent à un égal degré de l'assimilation et de la désassimilation, quant à la quantité des principes qui y prennent part ou à la rapidité avec laquelle s'accomplit chacun de ces phénomènes. Mais l'augmentation graduelle de leur volume peut dépasser les limites qui lui sont habituelles dans telle ou

telle espèce d'entre elles. Cet excès du développement porte le nom d'*hypertrophie*. Celle-ci est dite *anomale* ou *tératologique* lorsqu'elle a lieu dès l'époque où l'élément vient d'atteindre les dimensions ordinaires; elle est dite *morbide* ou *pathologique* quand elle se présente comme un retour plus ou moins tardif des manifestations de l'évolutilité dans des conditions accidentelles (1).

Les leucocytes, surtout pris dans le pus dans les kystes veineux de la thyréoïde, du testicule, etc., les myéloplaxes dans les tumeurs, les cellules épithéliales et leurs noyaux, principalement dans les tumeurs glandulaires et autres, les noyaux embryoplastiques également dans les tumeurs qui en renferment beaucoup, présentent souvent un degré d'hypertrophie considérable. Mais il n'y a ordinairement qu'un petit nombre de ces éléments qui se trouvent dans ce cas. On peut facilement, en une même préparation, et quelquefois dans un même lambeau d'épithélium, observer toutes les phases intermédiaires entre le degré normal de grandeur et les dimensions les plus exagérées. C'est pour n'avoir fixé leur attention que sur les cellules arrivées aux plus hauts degrés de l'hypertrophie et non sur les degrés intermédiaires d'évolution que l'on prenait pour une espèce à part dite *hétéromorphe* certains indi-

(1) Hypertrophie (de ὑπέρ, préposition qui marque l'excès, et τροφή, nourriture) est un mot qui devrait être réservé pour désigner le phénomène d'augmentation accidentelle de volume des éléments anatomiques, car c'est en eux que se passe l'exagération du phénomène pour la désignation duquel ce mot a été créé ; et chez eux l'*excès de développement* qui amène et caractérise l'hypertrophie reconnaît pour cause la prédominance de l'assimilation sur la désassimilation. Nous savons déjà que l'augmentation de masse des tissus et des organes est un phénomène plus complexe que le précédent, qui résulte surtout de la multiplication exagérée ou hypergenèse des éléments et souvent en même temps de leur propre hypertrophie, mais d'une manière secondaire. Cette remarque peut s'appliquer exactement à l'atrophie, en la prenant en sens inverse. C'est à tort aussi que l'hypertrophie, l'atrophie, etc., sont considérées comme des *lésions de nutrition*. Indépendamment de l'impropriété des termes (*lésion* indiquant le résultat d'un *trouble*, quelle que soit la nature de celui-ci et non la manière dont s'accomplit la perturbation des actes amenant l'effet dit lésion), on voit que la nature de la nutrition n'est modifiée en rien, sa quantité ou sa rapidité seules sont troublées, et c'est surtout la manière dont s'accomplit le développement qui est changée. On dit en effet *lésion* d'un élément, d'un tissu, d'un système, etc., et non lésion d'un acte; réciproquement on dit trouble ou perturbation de la nutrition, du développement, de la génération, de la contractilité, etc., et non *lésion de nutrition*, de contractilité, etc. En résumé, le mot *lésion* est un terme anatomique et non de physiologie ou de dynamique.

vidus de ces espèces qui avaient atteint une grandeur excessive portant non-seulement sur la cellule, mais encore sur le noyau.

B. — Des changements de forme des éléments anatomiques.

Dans l'évolution normale des éléments anatomiques, on constate qu'ils sont le siége de certains changements de forme; c'est-à-dire que tous les noyaux, les cellules, etc., ne naissent pas avec la forme qu'ils auront plus tard.

Les plus considérables de ces changements de forme sont une conséquence de l'augmentation de masse des éléments ayant lieu plus dans un sens que dans l'autre, ainsi qu'on le voit pour tous ceux qui prennent les caractères de prismes et de fibres. Il en est encore de même pour ceux qui, nés sphériques, prennent graduellement la forme d'un ovoïde plus ou moins allongé, déprimé ou non. D'autres individualisés avec la forme polyédrique, deviennent graduellement sphéroïdaux sans changer notablement de volume, tandis que plusieurs prennent une figure plus ou moins irrégulièrement étoilée par production graduelle de prolongements sur un ou plusieurs points de leur périphérie (voy. p. 389, 408, 412, etc.).

Le développement étant ou non achevé, on voit des éléments prendre une conformation particulière, non ordinaire; au lieu de le faire uniformément, l'évolution peut avoir lieu d'une manière plus prononcée dans une des parties d'une cellule, d'une fibre, etc., que dans l'autre, ou *vice versa;* on dit alors qu'il y a *déformation.* Ainsi, on peut, dans certains cas particuliers, les voir se *déformer*, aussi bien que cesser de se développer avant que soit achevée leur évolution. Ces *aberrations de forme* peuvent se rencontrer aussi, soit tétatologiquement, soit dans des conditions morbides proprement dites. Les exemples de *déformation* des cellules sont très-nombreux; on peut les rencontrer sur celles qui ont leur grandeur ordinaire comme sur celles qui l'ont dépassée, ou qui ne l'ont pas encore atteinte et même qui ne l'atteindront jamais. Les éléments anatomiques déformés sont même plus souvent des éléments hypertrophiés ou arrêtés dans leur développement que ceux qui ont conservé leur volume le plus habituel.

Les fibres-cellules, les faisceaux striés, les cellules ganglionnaires, tous les éléments qui offrent l'état de cellule, mais surtout les épithéliums, peuvent présenter parmi eux des individus déformés en nombre plus ou moins grand, selon les conditions accidentelles, ou morbides proprement dites, dans lesquelles ils se sont développés. Mais il importe de savoir qu'on en peut trouver de tels dans des conditions de santé habituelle, lorsqu'il s'agit des épithéliums par exemple, en un point où quelque temps auparavant il en existait de très-réguliers. Il suffit pour cela de la seule influence de la pression des parties où ils se développent, de leur maintien à une température un peu différente, ou de causes générales qui, tout en apportant quelques légères modifications à l'exercice des fonctions, ne les troublent pourtant pas.

Dans les produits morbides, il n'est pas d'espèce qui n'offre des individus déformés en plus ou moins grand nombre, et souvent à un point tel qu'il faut une grande attention et leur comparaison successive aux éléments moins déformés pour reconnaître le type auquel ils se rattachent.

A la surface des ulcères dans les tumeurs épithéliales, les tumeurs glandulaires, les tumeurs fibro-plastiques, les tumeurs à myéloplaxes, etc., ayant atteint un grand volume, ou présentant diverses particularités de ramollissement, de vascularité, etc., les cellules offrent des modifications nombreuses de forme, de volume, ou de structure, dues à des excavations et vacuoles qui s'y sont creusées, à des dépôts de granulations dans leur intérieur. Mais au milieu de ces éléments les plus déformés, on en trouve à toutes les phases d'altération, à partir de l'état normal ; de telle sorte que leur étude comparative permet de reconnaître à quelle espèce se rattachent les premiers, quel que soit leur genre de déformation.

On constate de la sorte que ces modifications sont des aberrations, des anomalies de forme, de volume et de structure oscillant en quelque sorte autour d'un type déterminé sans qu'il y ait jamais passage morbide d'un type à un autre.

Pas plus pour les éléments anatomiques en particulier que dans les anomalies et altérations pathologiques offertes par les animaux et les plantes, on ne peut trouver dans les individus

monstrueux ou altérés d'une espèce d'éléments des spécimens de cellules fibro-plastiques, par exemple, passant à l'état de cellules épithéliales, cartilagineuses ou autres; on y voit seulement des variétés, tantôt rares, tantôt nombreuses, de cette espèce conservant toujours un certain nombre des caractères que possèdent les individus restés à l'état normal.

C. — Des changements de consistance de réactions chimiques et de structure caractérisant l'évolution des cellules

Le développement, avons-nous dit, résulte de la réalisation des principes assimilés en substance organisée se manifestant par des changements de volume, de forme, de consistance et de structure des parties qui en sont le siége. On entend par là que pendant toute la durée de l'augmentation de volume des éléments anatomiques, on voit survenir dans leur épaisseur une succession de changements dus à l'apparition de particules diverses par de véritables phénomènes de genèse intérieure consécutifs à la genèse de la masse totale. Ces changements peuvent être dus au contraire à l'évanescence de telle ou telle portion de la substance de l'élément ou de quelqu'une de ses parties qui s'amoindrit jusqu'à disparition complète, par un mécanisme moléculaire semblable à celui de l'atrophie dont il a été précédemment question, mais ne portant que sur quelque portion de sa masse et non sur toute celle-ci (1).

C'est ainsi que l'on voit sur beaucoup de cellules augmenter le volume des parties existantes telles que le noyau, apparaître

(1) Sur cette genèse, voyez les *articles* sur la provenance cellulaire des éléments nerveux, etc., pages 77, 178 et 335. Il importe de rappeler ici que dans les tissus nerveux, lamineux, etc., il y a constamment un certain nombre des éléments qui restent à l'état de *noyaux libres* (p. 334, 392, etc.), sans qu'ait lieu la genèse du corps cellulaire, et qu'il en est qui demeurent toujours ou plus ou moins longtemps à l'état de *cellule* sans évoluer en fibres, etc. (p. 393, etc.). Ce sont là des *agenèses* et des arrêts de développement, soit absolument, soit relativement aux autres éléments de cette espèce quant à la structure, etc., dont il faut tenir compte dans toute observation. Il faut se garder de les considérer comme des exemples d'atrophie dits de *réduction*, de *développement rétrograde* ou *régressif*, de *régression*, etc.; car il est des cas où, comme pour divers *organes rudimentaires* (*organe de Rosenmuller*), mamelle des mâles, etc., leur développement continue jusqu'à l'âge adulte, mais seulement bien moins que celui des autres parties ambiantes.

dans celui-ci un nucléole qui n'existait pas (p. 77) et des granulations, soit dans le corps de la cellule, soit dans le noyau. En même temps, comme dans l'ovule, etc., le noyau qui se trouvait au début de son existence un corpuscule plein devient creux par passage à l'état fluide de la portion centrale de la substance ou par le remplacement de cette portion solide à l'aide d'une matière liquide. Ailleurs, comme dans les cellules épithéliales des glandes sébacées (p. 269), dans les cellules fibro-plastiques, ce sont des gouttes huileuses qui sont produites qui amènent ainsi la formation d'une cavité à la place qu'elles occupent et la distension, l'augmentation de volume de tout l'élément sans résorption de sa substance propre et avec ou sans atrophie jusqu'à disparition complète de leur noyau. Ici cette production évolutive normale continue jusqu'à ce que survienne par distension la rupture de la cellule, rupture qui est la condition essentielle intime de l'accomplissement de son rôle dans l'acte de la sécrétion sébacée, par mise en liberté de son contenu graisseux et abandon de la paroi comme résidu inutile (1).

Sur divers éléments, les fibrilles musculaires par exemple, ce sont des parties alternativement claires et foncées qui naissent sur toute la longueur de l'élément; ailleurs, ce sont des stries proprement dites, comme les stries longitudinales de certaines fibre-cellules, du périnèvre, etc.

Presque tous les éléments anatomiques qui ont la forme de fibres, c'est-à-dire dans lesquels l'une des dimensions l'emporte de beaucoup sur toutes les autres, on voit, soit normalement, soit dans des conditions accidentelles, se produire un phénomène évolutif important à noter, qui a lieu après que des modifications dans leur structure de l'ordre de ceux qui viennent d'être indiqués les ont amenés à offrir la constitution qu'ils conserveront durant toute leur existence.

Ces changements consistent en ce que, sans que cette structure varie notablement, la longueur, mais la longueur seule de ces éléments augmente et se prête ainsi à l'accroissement

(1) Voyez aussi les chapitres sur la production du *protoplasma* (p. 243), des contenus (p. 268), des parois cellulaires (p. 251) et des granules colorants (p. 323).

général, par addition assimilatrice incessante de molécules nouvelles à celles qui existaient. C'est ce dont les fibres nerveuses et les faisceaux primitifs des muscles des membres, par exemple, comparés à eux-mêmes sur l'enfant et sur l'adulte, nous offrent des exemples frappants. C'est de la sorte que sur des éléments dont les extrémités sont très-rapprochées l'une de l'autre durant l'état fœtal, comme on le voit dans l'encéphale, etc., celles-ci se trouvent graduellement de plus en plus éloignés.

Il est enfin des cellules dans lesquelles les changements évolutifs de structure consistent en une atrophie partielle ou jusqu'à disparition complète, soit des granulations, soit du noyau, qu'ils ont possédés durant les premières phases de leur développement. Telles sont les granulations et le noyau des cellules épidermiques qui disparaissent complétement à mesure qu'elles sont repoussées de la profondeur vers la surface de la couche qu'elles forment (1). Telle est encore la disparition probable du noyau des hématies de l'embryon des mammifères, ramenant ces cellules à l'état de *cytode* (voy. p. 4 et 318).

Dans quelques espèces d'éléments anatomiques, tels que les épithéliums, en même temps que surviennent ces changements de structure, leur consistance et leur résistance à l'action de certains réactifs vont en augmentant, sans que jusqu'à présent on ait pu voir exactement quelles sont les mutations chimiques qui, survenues dans les principes immédiats fondamentaux de leur substance, sont cause de ces modifications.

Parmi les autres particularités évolutives remarquables que présentent les cellules épithéliales consécutivement à leur individualisation, il faut citer d'une part la production des cils vibratiles et de l'autre celle du *plateau cuticulaire* sur la face libre des cellules épithéliales prismatiques (fig. 81, *a*, c), à mesure qu'elles arrivent de la partie profonde à la superficie et qu'elles prennent leur forme caractéristique.

(1) Parmi les exemples de changements de structure dus à la résorption de particules diverses, amenant de remarquables différences dans l'état d'une même cellule, il faut rappeler ce qui concerne la disparition des granules vitellins dans les cellules blastodermiques de beaucoup d'ovipares (voy. les *articles* du chap. VI, p. 303 et suiv.).

Ce plateau est hyalin, homogène, non grenu. L'ensemble des plateaux a l'aspect d'une cuticule continue (*e*), mais chacun pourtant est séparable du corps cellulaire (*a*, *b*, *i*, *j*) qui reste

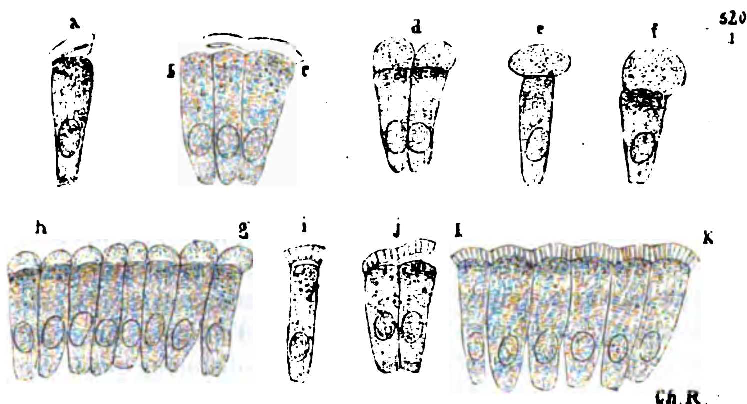


Fig. 81 (*).

avec sa paroi pelliculaire. Il est souvent strié (*k*, *l*) ou canaliculé, divisible en fibrilles ou courts bâtonnets (*i*). La putréfaction et l'eau ammoniacale le gonflent d'abord sous forme d'une goutte limpide (*d*, *e*, *f*), puis le dissolvent ou le liquéfient en laissant à la cellule correspondante son état grenu (1).

(1) Le plateau a été signalé et figuré d'abord par Henle. Les stries ou canalicules ont été indiqués (1855) d'abord par Kölliker (il appelle le plateau *bourrelet poreux*). Cet anatomiste a bien montré que le plateau est séparé de la substance cellulaire grenue par la mince paroi pelliculaire ; il admet néanmoins que les stries ou canalicules servent à la pénétration de la graisse ; mais ce fait ne paraît pas probable, ainsi que l'a noté Donitz, car on trouve des cellules avec bourrelet strié, dans la vésicule du fiel, l'estomac et autres régions qui ne sont pas le siége habituel de l'absorption des graisses.

(*) Cellules épithéliales prismatiques du jéjunum d'un supplicié. *a*, cellule isolée dont le *plateau* se détache de la base du prisme cellulaire ; *b*, cellule collée à d'autres dont le plateau est enlevé ; *c*, plateau de deux autres cellules se détachant comme le précédent ; *d*, deux cellules au contact de l'eau légèrement ammoniacale dont le plateau s'est gonflé en autant de vésicules, ou mieux de gouttes hyalines (surmontant le corps cellulaire non modifié), qu'il y a de cellules et sans qu'il y ait pénétration de la substance grenue du corps cellulaire dans la goutte ; *e*, *f*, autres cellules dont le plateau est arrivé à un état plus avancé de gonflement, précédant la liquéfaction complète ; *g*, *h*, huit cellules au début du gonflement du plateau, montrant, par la juxtaposition sans continuité de substance des gouttes les unes avec les autres, que chaque plateau est indépendant, c'est-à-dire contigu avec celui des cellules voisines et non continu en une seule couche cuticulaire ; *i*, *plateau strié* soulevé et détaché du corps cellulaire, sauf à sa circonférence, modification bientôt suivie du passage à l'état de goutte avec disparition constante de l'état strié ; *j*, deux cellules dont le plateau strié se détache du corps cellulaire ; *k*, *l*, plusieurs cellules à plateau strié.

C'est aussi à mesure que les cellules arrivent à la superficie des couches épithéliales qu'on voit se développer graduellement les cils à leur surface libre, c'est-à-dire sur la base du prisme qu'elles représentent. Quand elles sont prismatiques ou pyramidales comme à l'ordinaire au lieu d'être polyédriques ou sphériques comme sur divers invertébrés. Seulement ici il est facile de recónnaître que les cils sont une production graduelle de la paroi propre plus ou moins miuce des cellules (p. 262). Il est vrai que d'un sujet humain ou d'un animal à l'autre, ou même d'une cellule à l'autre, on peut ou non voir les cils portés par un épaississement (p. 266, fig. 37, *a*, *b*, *e*, *g*), généralement hyalin, réfractant la lumière assez fortement comme le plateau dont il vient d'être question, mais bien plus mince que lui, quoique nettement limité. Toutefois dans bien des cas cet épaississement est nul ou ne se distingue que parce que dans toute la ligne d'insertion de la base des cils sur la paroi propre, celle-ci réfracte un peu plus fortement la lumière en clair que dans le reste de son étendue (fig. 37, *d*, *f*, *i*, *j*). Seulement cette partie de la paroi pelliculaire de la cellule et les cils offrent les mêmes réactions que le reste de cette enveloppe. Ils résistent longtemps à l'action de l'eau pure ou légèrement ammoniacale et ne sont pas attaqués comme le plateau. Ils résistent plus à l'ammoniaque bien qu'elle le pâlisse et les gonfle un peu. En outre ils ne se décollent pas comme celui-là de la surface qui les porte (1).

(1) Depuis Eberth beaucoup d'observateurs considèrent les cils vibratiles comme un prolongement de la substance du corps cellulaire (*protoplasma*), traversant la paroi cellulaire qui à cet effet serait criblée de trous, et cela bien qu'ils soient hyalins et non grenus; relativement rigides, et non mous et pâteux comme elle. Mais indépendamment des faits cités plus haut (p. 262), l'action de l'eau prouve que les cils appartiennent à la paroi cellulaire, même sur les acalèphes, les échinodermes, etc., dont les cellules ciliées ont un corps cellulaire si petit que les cils semblent insérés sur le noyau. Sur les épithéliums ciliés des batraciens, en effet, adultes ou non, l'eau gonfle au bout de quinze à trente minutes les cellules polyédriques ou prismatiques de leur pharynx, de leur trachée, les rend près de deux fois plus grosses, sphériques et tout à fait hyalines. Leur noyau est aussi gonflé plus ou moins et rendu très-pâle sur le plus grand nombre. On voit alors encore mieux qu'avant que leur mince paroi propre n'est pas sensiblement plus épaisse dans toute l'étendue de l'insertion des cils qu'ailleurs, seulement cette insertion lui donne là un aspect ponctué particulier. Or, malgré ce gonflement qui fait disparaître l'état grenu de la cellule, le mouvement des cils continue encore plusieurs minutes sur bien des cellules et plus d'une heure

Les cellules qui, individualisées par segmentation, sont disposées en couches épithéliales sur une ou plusieurs rangées stratifiées, empruntant aux tissus vasculaires voisins les principes qu'elles assimilent, grandissent ordinairement plus ou moins d'une région du corps à l'autre. Et en même temps elles conservent leur forme polyédrique aplatie ou non comme dans diverses glandes, sur l'uvée, ou au contraire s'amincissent ou s'élargissent comme sur les séreuses, les membranes dermo-papillaires, etc., deviennent prismatiques ou pyramidales comme sur les muqueuses proprement dites et sphéroïdales dans quelques glandes. Vers le point de continuation de membranes diverses de nature, comme sur le col de l'utérus, au cardia, etc., certaines cellules grandissent alors que les autres restent avec les dimensions qu'elles avaient lors de leur individualisation. Comme en grandissant il en est aux angles ou au bout desquelles se développent des prolongements courts ou longs, il peut en résulter des variétés infinies de forme et de dimension plus ou moins irrégulières, oscillant en quelque sorte de toutes autour des types réguliers. C'est surtout dans les cas des productions morbides épithéliales qu'on voit ces *déformations* être tellement nombreuses qu'elles échappent à toute description (voy. p. 219).

Dans certains de ces épithéliums, le corps cellulaire peut

sur certaines. On sait que dans ce gonflement par l'eau des cellules prismatiques molles, les granules du corps cellulaire ne disparaissent pas toujours tous, ne sont pas toujours tous dissous ; alors ils sont généralement repoussés avec le noyau contre la face de la cellule qui était libre (voy. p. 265, fig. 36, *d*) ; il en est de même pour les cellules ciliées dans le cas dont il s'agit. Mais comme dans certaines cellules toute la masse devient hyaline, comme de plus dans d'autres, c'est contre une partie de la cellule différente de celle qui porte les cils qu'ils sont repoussés, on ne peut pas dire que ce pourrait être la base intracellulaire des cils qui retient ici la substance cellulaire grenue (*protoplasma*) contre la paroi. De plus, ce petit amas nuageux, grenu, quand il existe, est bien moins volumineux que le corps cellulaire dont il vient d'être question, et bien plus pâle que les cils qui conservent leur netteté. Ajoutons que la fuchsine (voy. p. 458) qui est fixée d'abord par le noyau et le nucléole des cellules épithéliales qu'elle colore en rouge intense, puis par le corps cellulaire, ne colore pas les cils vibratiles ; ou si arrivant très-concentrée elle les teinte un peu, c'est toujours d'une manière beaucoup moins intense qu'elle ne le fait pour la cellule et ils tranchent nettement sur la coloration de celle-ci. Souvent ils continuent à s'agiter (Frey) pendant plus d'un quart d'heure après que la cellule est teintée. Des différences de même ordre s'observent sur les infusoires et sur leurs cils mis au contact de cet agent colorant.

devenir strié près de sa surface et même montre cette surface hérissée de fines dentelures régulières les cellules épithéliales profondes de la langue, des doigts, etc., en offrent des exemples normaux. Sur les cellules des tumeurs qui en dérivent, ces denticules se prolongent en fines pointes fibrillaires (fig. 82)

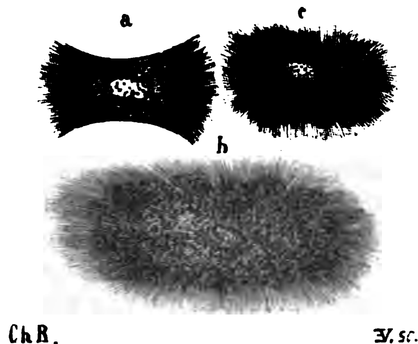


Fig. 82 (*).

sur une partie de leur circonférence (*a*) ou dans toute son étendue (*a*, *b*). Elles perdent alors plus ou moins leur forme polygonale. Les très-grandes cellules minces, membraneuses, des tumeurs et des ulcères épidermiques cutanés, linguaux, etc., présentent parfois dans le sens de leur longueur des stries, soit ponctuées, granulaires, soit continues, dont la régularité est aussi nette que la striation de certains faisceaux fibreux. Sur les cellules du cartilage, le corps cellulaire peut devenir aussi régulièrement strié dans toute son épaisseur (p. 370).

Les cellules épithéliales qui deviennent cohérentes en couches épidermiques superficielles, en substances onguéale, cornée, pileuse, sont de celles dans lesquelles on ne voit jamais se produire une cavité distincte de la paroi polyédrique, finement grenues lors de leur individualisation, elles s'aplatissent dès l'époque où elles sont repoussées par d'autres, deviennent de moins en moins granuleuses, et en même temps leur noyau aplati aussi s'atrophie et disparaît complétement.

(*) Cellules pavimenteuses d'un épithélioma lingual dont les bords sont hérissés de fines dentelures. *a*, cellule denticulée sur deux seulement de ses bords ; *b*, *c*, cellules présentant ces dentelures sur toute leur circonférence.

Toutefois on ne saurait admettre, avec quelques auteurs, que cet aplatissement est dû à la disparition du protoplasma et de son noyau avec persistance de la paroi cellulaire seule formant ainsi les substances cornées, etc., car lorsqu'elles renferment des granules mélaniques, elles restent généralement colorées, bien que cependant moins qu'elles ne l'étaient avant.

Il est d'autres modifications de même ordre au fond que les précédentes qui, normalement aussi, surviennent dans des conditions dites séniles, c'est-à-dire que ces phénomènes se montrent alors que les éléments anatomiques sont restés plus ou moins longtemps stationnaires sans présenter de changements; mais alors ils conduisent peu à peu ces derniers à ne plus remplir avec la même énergie le rôle spécial dont ils jouissent, puis à ne plus le remplir aucunement, non plus qu'à manifester leurs propriétés d'ordre organique ou vital.

Ces changements consistent surtout en une production de granules graisseux, soit dans les cellules de certaines couches épithéliales, soit dans celles de la paroi des capillaires, dans les cellules et les fibres élastiques de la tunique moyenne des artères, dans les faisceaux musculaires du cœur, dans les cellules nerveuses, etc.

Il importe de rappeler que pour les fibres élastiques et lamineuses qui naissent et s'allongent, comme nous l'avons dit (p. 393 et 404), il n'y a pas production d'un corps cellulaire aplati ou non, ayant d'abord l'étendue de ces fibres ou à peu près et qui les formerait par la fissuration longitudinale de ce corps. Elles en représentent des prolongements plus ou moins grands selon le degré de développement atteint au moment où on les observe, sans que ce corps ait pris lui-même un accroissement corrélatif (1).

(1) Ainsi que l'a montré depuis longtemps Reichert, contrairement à ce qu'avait admis Schwann, la fissuration indiquée plus haut n'a pas lieu; mais contrairement à ce qu'admet Virchow (*Tumeurs*, traduction française, t. II, 1869, p. 176, et *Pathologie cellulaire*, 1862, p. 38), les fibres lamineuses sont bien des dépendances des corps fusiformes ou étoilés qui à ce point de vue peuvent recevoir le nom de *fibro-plastiques* (voy. p. 491 et 493). D'autre part il est certain que les tumeurs (dites *sarcomes* ou *tumeurs fibro-plastiques*), qu'ils forment parfois, représentent du tissu lamineux de texture analogue à celui qu'on trouve dans les premiers temps de l'âge fœtal et n'étant pas encore arrivé à la période de plein développement amenant les fibres à prédominer sur

Bien que les cylindres-axes, les fibres lamineuses, élastiques, etc., soient des provenances directes de la substance même du corps cellulaire (nerf) ou de sa paroi (fibres lamineuses, etc.), c'est-à-dire représentent elles-mêmes ce corps cellulaire ou sa paroi, il importe de ne jamais oublier que des différences spécifiques les distinguent les unes des autres, et surtout que ces dépendances forment une masse qui graduellement finit par l'emporter de beaucoup sur celle que représentent le noyau et le corps cellulaire auquel elles se rattachent.

De ces faits le médecin et le physiologiste doivent rapprocher les suivants : c'est que l'élasticité, par exemple, qui joue un rôle si grand dans les actes relatifs à la station, la locomotion, la circulation, la protection des parties, ne peut être rattachée qu'à des fibres ou à des lames et non à des cellules. Il en est encore de même pour l'inextensibilité tendineuse et ligamenteuse et pour la transmissibilité nerveuse. En outre, dans les longs faisceaux du couturier, c'est à des fibrilles étendues d'un bout à l'autre du faisceau selon toutes probabilités, mais non à une série de cellules comme dans les muscles viscéraux que se rattache la notion de contractilité ; et il en est ainsi dans tous les muscles soumis à la volonté. Enfin ce qui est vie et altération morbide des fibres lamineuses, élastiques, nerveuses n'est pas identique avec ce qui est vie du corps des cellules qu'elles prolongent, et tout concentrer dans l'étude de ce der-

les cellules qui leur servent de centre de génération. Enfin il est aussi certain aujourd'hui que pas plus dans le tissu lamineux proprement dit que dans les tissus fibreux et tendineux, ces fibres ne représentent aucunement une *substance intercellulaire unissante* ou *conjonctive* graduellement devenue striée, puis fibrillaire, et indépendantes des cellules fusiformes ou étoilées qu'on y trouve. Fibres et cellules en effet ne sont nullement indépendantes les unes des autres. Les premières prolongent en réalité la substance de la paroi propre de celles-ci ; seulement il ne faut pas, sous le nom unique de *cellules plasmatiques* (p. 392), les confondre avec les cellules, soit fusiformes, soit étoilées aussi, mais inattaquables par l'acide acétique qui sont des fibres élastiques encore plus ou moins incomplétement développées qu'on trouve dans diverses portions des tissus lamineux et fibreux (p. 402). Ajoutons que M. Ch. Legros a montré que la solution alcoolique de *fuchsine* (*rosaniline*) très-étendue d'eau est fixée en quelques minutes d'une manière remarquable par les fibres élastiques, qui alors se dessinent en rouge, au milieu des fibres lamineuses qui ne se colorent que si la solution est trop concentrée. Or la coloration par ce moyen de ces fibres élastiques restées à l'état de cellules fusiformes ou étoilées, à noyau étroit et allongé, permet aussi de les distinguer des fibres lamineuses embryonnaires de formes analogues.

nier est se placer en dehors de la réalité, car l'observation montre que l'un de ces ordres d'observation ne remplace nullement l'autre.

Ajoutons à cela que nul des prolongements fibrillaires lamineux, élastiques, etc., qui dérive d'un corps ou centre cellulaire n'est creux, alors même que ce dernier l'est devenu; c'est ce que l'on voit en particulier sur les cellules fibro-plastiques devenues adipeuses, ou remplies, par suite d'altérations cadavériques, par un fluide hyalin (p. 94).

ARTICLE IV. — DONNÉES PHYSIOLOGIQUES RELATIVES A L'ÉVOLUTION DE L'ENSEMBLE DES CELLULES, ET RÉSULTANT DES FAITS PRÉCÉDENTS.

Les états différents, caractérisant autant d'âges, si l'on peut ainsi dire, que viennent offrir les individus de chacune des *espèces* de cellules prises *à des époques diverses*, à partir de celle de leur apparition, varient tant d'une espèce à l'autre, que c'est à la description de quelques-unes d'elles spécialement qu'il faut recourir pour s'en faire une idée. Mais d'une manière générale on peut dire que chaque élément trace en quelque sorte une courbe évolutive pendant la durée de son existence, courbe dont le sommet représentant l'état adulte est atteint plus ou moins tôt par chaque espèce. Elle est telle que son sommet est plus éloigné de son point de départ que de son extrémité; en d'autres termes, il y a plus de différence entre un élément anatomique pris à l'époque de son apparition et le même élément à l'état adulte, qu'il n'y en a entre cet état adulte d'une part et le dernier degré de l'état sénile.

Certaines modifications pathologiques de structure amènent seules des différences plus tranchées dans les conditions dites d'*évolution aberrante* et surtout de *superfétations morbides granuleuses* ou autres. Mais, dans aucun cas, l'une quelconque des phases de cette évolution descendante, ou de ces modifications accidentelles ne reproduit l'une de celles de l'évolution ascendante; en d'autres termes, l'élément ne revient jamais alors à l'un des états embryonnaires qu'il a pos-

sédés (1), aucune des parties de la portion descendante de la courbe d'évolution n'en vient à être superposable à celle de sa portion ascendante, ni sous le rapport de la nature des changements, ni sous celui de la rapidité avec laquelle ils s'accomplissent.

Des particularités précédentes proviennent les variétés secondaires, mais nombreuses, que présente la structure de certaines espèces d'éléments d'un âge à l'autre ou d'une région à l'autre. C'est surtout l'examen comparatif des éléments anatomiques : 1° à des périodes embryonnaires diverses; 2° à l'état adulte normal; et 3° à l'état morbide ou d'aberration, qui a permis de constater ces faits sans la connaissance desquels nulle interprétation pathologique n'est possible autrement que par hypothèse. D'autre part, tant que l'un de ces trois termes de comparaison est négligé, on ne peut faire aucune application de ces recherches à la pathologie; toute leur valeur, tant scientifique que pratique, peut être mise en doute.

Il résulte de là qu'au point de vue anatomique, on ne peut posséder une notion exacte de la constitution d'un élément que lorsqu'on l'a observé à toutes les phases de son évolution ou au moins aux phases principales; il est impossible en un mot de connaître une cellule si l'on n'a suivi qu'une seule des périodes de son existence, fût-ce celle qui dure le plus et dite de l'état adulte.

Il est manifeste, d'après les données précédentes, que le développement de chaque élément anatomique est subordonné à la rénovation moléculaire intime et continue ou nutritive. Celle-ci apporte les principes immédiats nécessaires à l'apparition des parties nouvelles dans l'épaisseur de chaque élément anatomique, telles que granulations, etc. C'est par elle que disparaissent les principes des parties qui s'atrophient lorsque ce fait a lieu et lorsque des éléments d'abord pleins se creusent ensuite, C'est par suite de la continuité de ces actes de combinaison et de décomposition incessantes dans l'intimité de la substance des éléments anatomiques que se rencontrent peu à peu les condi-

(1) Nous avons déjà dit qu'il n'est pas exact de donner les noms de *régression* et de *développement régressif* ou *rétrograde* à ces faits et autres analogues normaux ou morbides (voy. plus haut, p. 450).

tions de l'apparition et de la disparition de ces parties au sein de chaque élément aussi bien que de leur augmentation et de leur diminution de masse entraînant tel ou tel changement de forme.

Ces derniers faits prouvent en outre que le *développement* n'est pas simplement une exagération de la nutrition, un excès de l'assimilation par rapport à la désassimilation, puisqu'il y a production au sein même des éléments, de parties qui n'existaient pas dans ceux-ci et dont l'apparition ne pourrait être soupçonnée par une simple déduction des faits enseignés par l'étude de la nutrition de ces éléments. Celle-ci a lieu sous le phénomène du développement, si l'on peut ainsi dire ; ce dernier n'existe pas sans elle, tandis qu'elle s'accomplit sans discontinuité ; aussi voit-on le développement se montrer dans telle ou telle condition normale ou pathologique sur des éléments qui jusque-là étaient stationnaires et ne faisaient que se nourrir, ainsi qu'on voit le passage de l'état stationnaire à celui de mouvement ; de même aussi on observe la cessation de l'accroissement avec continuation de la rénovation moléculaire, comme s'il y avait retour du développement à la nutrition (1).

Il est difficile, sinon impossible, d'observer tous les phénomènes du développement d'un ou de plusieurs éléments anatomiques en suivant toutes les phases de leur existence chez un même individu vivant. Il est de ces phénomènes qu'on ne peut

(1) Ainsi la nutrition qui simplement maintient, ne saurait à aucun titre être confondue avec le développement, qui augmente, accroît, ajoute et devient source de progrès ; aussi la confusion si souvent faite de ces deux sortes de phénomènes est-elle une source d'erreurs fréquentes et graves en physiologie. L'évolution des éléments anatomiques est caractérisée par l'addition de parties qui apparaissent successivement dans l'intimité de leur substance, ou qui, après être apparues, s'atrophient jusqu'à disparition complète (dans les cas séniles ou morbides particulièrement), phénomènes accompagnés de changements corrélatifs de forme et de volume ; changements subordonnés eux-mêmes dans plusieurs espèces à ces additions de parties nouvelles ou à l'atrophie de celles qui existaient. C'est donc plutôt le développement que la nutrition qui pourrait être comparé à une génération incessante, si l'une comme l'autre de ces comparaisons n'était également fausse ; car la génération des éléments anatomiques manque de tout fait comparable à la désassimilation continue qui est un des phénomènes essentiels de la nutrition, et rien également dans la génération ne ressemble au fait de la disparition de parties dans l'intimité de la substance des éléments, à la production de cavités, etc., phénomènes évolutifs subordonnés à l'acte désassimilateur de la nutrition.

que déduire de l'observation d'un nombre plus ou moins grand d'éléments anatomiques offrant des particularités de forme, de dimensionset de structure analogues et de plus en plus simples. On le fait aussi en suivant une marche inverse, c'est-à-dire en rapprochant des éléments les plus simples ceux qui leur ressemblent le plus par la structure, la forme, la grandeur et les réactions chimiques, jusqu'à ce qu'on arrive aux éléments tels qu'ils sont chez l'adulte. Le raisonnement est ici le même que celui qui nous fait rapporter à l'espèce *chêne* une plante qui, dans une forêt, n'a pas la hauteur de la main, parce que entre celle-ci et le chêne le plus gigantesque, se trouvent toutes les degrés intermédiaires possibles relatifs à la taille, aux ramifications, aux branches et aux dispositions des feuilles. Ainsi, quoique dans la plupart des tissus les éléments qui les composent soient de plusieurs espèces et souvent difficiles à bien isoler chez l'embryon, quoiqu'ils aient pu donner lieu à des interprétations arbitraires, ou fait attribuer parfois à une cellule ce qui appartient à d'autres, un examen répété des mêmes objets dans les mêmes conditions, ramenant constamment sous les yeux les mêmes phases d'évolution, permet de relier exactement les premières phases aux dernières, à l'aide de celles qui sont intermédiares. On peut donc considérer à l'époque actuelle les phénomènes de cette évolution comme déjà assez exactement connus pour la plupart des espèces de cellules.

Faute de pouvoir suivre sur un même individu le développement de chaque cellule consécutivement à sa naissance, on peut donc remplacer cet ordre d'observation par l'examen de cet élément fait sur un certain nombre d'êtres de même espèce pris à des âges différents, toutefois aussi rapprochés que possible; mais on ne saurait lui substituer la description d'éléments de même espèce étudiés dans la série animale sur des êtres d'organisation de plus en plus simple, ces deux ordres de comparaisons étant en réalité essentiellement distinctes.

Le développement est en effet un phénomène continu d'une rapidité variable selon la durée de l'existence de chaque individu, pouvant être même si lent qu'il peut sembler avoir complétement cessé; mais c'est toujours sur un même être qu'il a

lieu ; cet acte s'opère dans les conditions statiques qui restent de même ordre, sans interruption pendant toute sa durée, et c'est cette continuité dans les conditions statiques, comme dans le fait dynamique, qui caractérise l'évolution.

En comparant, au contraire, les éléments anatomiques (ou des parties plus complexes), dans la série des êtres et non dans la succession des âges, on ne constate plus les phénomènes d'une évolution ; ce ne sont plus des faits d'ordre dynamique assimilables à ceux d'un développement évolutif qu'on a sous les yeux, ce n'est qu'une série de termes distincts, plus complexes les uns que les autres, représentant des conditions statiques qui ne sont pas semblables. Si, en raison du peu de différence de l'un à l'autre des éléments anatomiques comparés entre eux, d'une espèce animale à quelque autre, et qui représentent ces termes, on peut, par une vue de l'esprit, exprimer leurs analogies à l'aide de formules dont les expressions se rapprochent de celles qui servent à décrire un phénomène continu, il importe d'éviter une confusion entre les deux ordres de notions différentes que ces mots servent à désigner.

Dans le cas du développement d'un élément anatomique qui vient de naître, en effet, celui-ci ne cesse pas d'être lui-même à partir de ce point initial ; dans son évolution, il trace en quelque sorte une courbe non interrompue, dont l'état adulte marque le sommet, et la mort, la chute ou la destruction de l'élément en est le point terminal. Les aberrations accidentelles ou morbides de formes, de volume et de structure, en sont autant de *points singuliers*. On peut ainsi comparer l'un à l'autre, sur cette ligne continue, les points en nombre infini existant entre ses deux termes extrêmes. Les points singuliers que présente parfois cette courbe évolutive peuvent être les uns naturels ou tératologiques, les autres accidentels ou morbides. Ces déviations de la ligne naturelle de leur développement se comprennent d'autant plus aisément que les conditions de l'accomplissement de celui-ci sont complexes et se prêtent à de nombreuses variations.

Dans le cas de la comparaison des éléments anatomiques ou des tissus, etc., d'un animal à l'autre, à compter des plus simples pour arriver aux plus complexes, comme dernier terme

comparatif, il ne s'agit plus d'une continuité de phénomènes et de changements qui les décèlent. On a sous les yeux une série de termes distincts, disposés en une certaine progression, et plus ou moins séparés les uns des autres; or, entre chacun de ces termes pour établir une continuité, il faudrait en placer d'autres, c'est-à-dire des états anatomiques, en nombre infini, ce que l'étude réelle des êtres organisés ne permet pas de faire.

Aussi l'observation fait-elle reconnaître que, pour quelque partie du corps que ce soit, ses changements graduels et successifs dans le temps, ne reproduisent aucune des différences qu'on observe en comparant cette partie de l'un à l'autre des animaux existants, depuis celui où elle offre le plus de simplicité jusqu'à celui où elle est au plus haut degré de complexité. Cela revient à dire que la suite des points de comparaison obtenus dans ce dernier cas, ne peut pas se superposer exactement à la courbe évolutive continue que trace cette même partie du corps dans son évolution.

De même, les formules qui expriment ces deux ordres de notions distinctes, l'une de l'ordre statique, l'autre de l'ordre dynamique, ne se superposent pas, et l'une ne peut être remplacée par l'autre; ou, en résumé, on ne peut suppléer à l'étude du développement des éléments anatomiques, des tissus, etc., par la comparaison des mêmes parties d'une espèce animale à une autre offrant une organisation plus simple. Réciproquement, l'un de ces deux ordres d'observations étant fait, bien qu'il facilite celui qu'il reste à exécuter, il ne peut exempter d'accomplir celui-ci, chacune représentant à l'égard de l'autre un complément indispensable.

Ces remarques s'appliquent exactement aussi aux cas dans lesquels, connaissant les éléments anatomiques, etc., à l'état normal, il reste à les comparer aux mêmes parties altérées. Quant aux altérations, elles ne sauraient être appréciées sans la connaissance de l'état sain, la pathologie n'étant qu'une des formes de la physiologie et de l'anatomie comparatives, celle dans laquelle les états accidentels des agents organiques et des actes sont comparés aux mêmes choses étudiées à l'état normal; en d'autres termes elle se constitue par la comparaison de l'or-

ganisation d'un même être observée dans des conditions différentes.

En résumé, on a supposé que les éléments d'une même espèce restaient d'une manière permanente dans les organismes peu compliqués, à l'un des états qu'ils offrent temporairement sur le fœtus ou dans le jeune âge des animaux supérieurs en complication. Mais en réalité cette sorte d'arrêt naturel du développement des éléments anatomiques n'existe pas. D'après cela, on aurait pu croire qu'on pouvait éviter d'étudier la série des phases de l'évolution naturelle de chaque élément anatomique, et qu'il suffisait de considérer ces organismes élémentaires dans la série des êtres; c'est-à-dire qu'au lieu d'observer toutes les périodes d'évolution embryonnaire d'une fibre musculaire, on pouvait, par exemple, se contenter de l'étudier chez les Mollusques, les articulés, puis dans les Poissons, et enfin chez les Oiseaux et les mammifères. On a même dit que tel élément anatomique n'était que la modification d'une autre espèce, parce qu'en étudiant celui-là dans les Mollusques et les Articulés, puis dans les Poissons, par exemple, ils pensent voir une transition insensible de l'un à l'autre. Mais il est impossible de trouver, dans un animal invertébré adulte quel qu'il soit, une fibre musculaire qui corresponde à l'une quelconque des phases embryonnaires de la fibre musculaire de l'homme ou de quelque autre mammifère. Ainsi jamais l'étude d'une cellule faite sur les animaux inférieurs ne peut complétement remplacer l'examen embryogénique de ce même élément chez l'homme ou chez tout autre mammifère. Cela revient à dire qu'on ne peut substituer l'étude embryogénique des éléments et des tissus à l'examen des animaux ou de leurs parties considérés dans la succession des êtres. L'observation montre que ces deux ordres d'investigations doivent être suivis parallèlement, en quelque sorte, mais que le premier ne peut remplacer le second. La raison en est facile à saisir; car une cellule, à partir du moment de sa naissance, est continue en quelque sorte avec elle-même pendant toute sa vie, durant laquelle elle subit une succession de changements sans interruption. Or, pour qu'on pût remplacer l'observation de ces derniers par l'examen de la succession des êtres, il faudrait

qu'entre chacun de ces êtres il y eût une infinité d'animaux représentant l'infinité de variétés qui se trouvent entre deux points pris arbitrairement sur la courbe par laquelle on représente ce développement. Mais entre deux organismes, quelque voisins qu'ils soient, on ne peut pas placer une *infinité* d'êtres analogues, tandis que, lorsque nous suivons l'évolution d'une cellule épithéliale, d'une fibre élastique, d'une fibre musculaire, par exemple, nous avons d'une manière continue sous les yeux la même espèce d'élément anatomique. Il est donc impossible de remplacer l'examen direct de l'évolution d'un élément anatomique quelconque par l'étude de ce même élément sur des êtres d'espèces diverses, depuis les plus simples, comme les infusoires, les polypes et les échinodermes, jusqu'aux plus complexes, comme les vertébrés.

ARTICLE V. — VARIÉTÉS ET PERTURBATIONS DU DÉVELOPPEMENT DES CELLULES.

La connaissance des phénomènes de l'évolution normale ne suffit pas pour faire comprendre complétement ce que sont en fait les états pathologiques précédents; elle ne permet pas à elle seule de juger des limites entre lesquelles ces éléments sont susceptibles de s'écarter de l'état normal sous ces divers rapports. Il est nécessaire de les soumettre, à cet égard, à une observation spéciale en s'appuyant sur la connaissance des lois de l'évolution normale.

Lorsqu'après avoir suivi les phénomènes du développement de l'état embryonnaire à l'état adulte, puis aux états sénile et pathologique ou d'aberration, on rapproche les uns des autres, on constate qu'il y a pour certaines espèces plus de différence entre un élément anatomique vu à l'état adulte et le même élément vu à l'état embryonnaire, qu'entre cet état adulte et les divers degrés d'aberrations morbides ou de modifications séniles qu'il peut offrir.

Il ressort immédiatement de ce fait un grand nombre d'applications importantes pour la pathologie et pour l'anatomie pathologique; c'est que, par exemple, pour juger du degré

d'altération des éléments, et par suite des tissus, il n'est pas seulement nécessaire de les connaître à l'état adulte, mais qu'il est indispensable d'en avoir suivi l'évolution embryonnaire. En outre, pour déterminer si un élément anatomique qu'on observe pour la première fois constitue une espèce nouvelle, il faut avoir constaté les faits dont nous venons de parler ; à plus forte raison en est-il de même lorsqu'il s'agit de déterminer : 1° si quelqu'un de ces corpuscules pris dans un produit morbide constitue une espèce à part d'éléments anatomiques, dissemblables de celles qui sont normales ; 2° si ce ne serait point seulement un degré d'aberration d'une espèce déjà connue (1).

Le passage à l'état granuleux des leucocytes et de beaucoup de cellules ou de fibres, qui résulte de la production avec accumulation de granulations graisseuses ou autres dans leur épaisseur, ce qui détermine leur augmentation de volume, constitue un phénomène, tantôt normal (fibres-cellules de l'utérus pendant la grossesse), mais plus souvent morbide, évidemment subordonné à la formation assimilatrice ou désassimilatrice de principes divers.

Un fait inverse du précédent, mais qui n'est pas moins démonstratif, est celui qui consiste en la disparition graduelle du contenu graisseux de cellules adipeuses pendant leur atrophie (2).

(1) Comme il est manifeste que la plupart des produits pathologiques ont été étudiés et déterminés avant qu'on ait possédé ces points de comparaison, on voit comment la plupart de ces déterminations sont à réformer en suivant la seule marche logique qu'on puisse adopter. Aucun jugement, sur une question relative à des objets en voie incessante d'évolution, ne saurait être fondé s'il ne s'appuie sur la comparaison de l'état adulte, qui sert de terme fixe, à l'état embryonnaire qui montre entre quelles limites l'évolution normale est susceptible de s'étendre, ce qui permet ainsi d'apprécier les modifications pathologiques. Nuls faits ne démontrent mieux que l'anatomie doit commencer par l'histoire, la biographie des éléments anatomiques ; qu'il faut en observer le commencement, le milieu, la fin, et même les aberrations. C'est alors seulement qu'on peut apprécier combien l'évolution accidentelle est susceptible de s'étendre hors des limites propres à l'état normal.

(2) La maladie ne peut être comprise tant que l'on reste en dehors de la considération des qualités de la substance organisée et de leurs modes qui peuvent être divers en un même lieu, c'est-à-dire dans l'intimité d'une même espèce d'éléments anatomiques, selon les conditions dans lesquelles il se trouve ; celles-ci sont la géométrie, la statique des infiniment petits qui peuvent être

Cette manière d'être aberrante et nouvelle tend à masquer les propriétés normales des éléments anatomiques et peut même les faire disparaître lorsqu'il s'agit de propriétés plus complexes que la nutrilité, telles que l'évolutilité, la reproductilité, la contractilité et surtout la névrilité. Les conditions statiques de cette aberration sont quelque changement survenu d'abord dans l'état moléculaire des éléments anatomiques ou des humeurs et consécutivement parfois dans les caractères physiques et la structure des premiers. Mais il n'y a rien là de comparable à un nouvel organisme dans un autre organisme, contrairement à ce qu'admettent par hypothèse beaucoup d'auteurs, c'est un mode d'activité effaçant plus ou moins celui dont il dérive. Si parfois on a admis dans le cas de ce genre une superfétation d'un organisme au sein d'un autre et d'une vie nouvelle au sein de la vie normale qu'elle remplacerait en la faisant disparaître, c'est faute d'avoir connu les lésions réelles, moléculaires et autres des éléments anatomiques et les qualités inhérentes à la substance organisée.

De la fin ou mort des éléments anatomiques. — La mort envisagée d'une manière générale est la condition d'existence de la substance organisée en tant que reproduction des espèces distinctes de corps qu'elle compose, et se rattache essentiellement à la propriété de développement. On ne saurait concevoir, en effet, un être, soit élément anatomique, soit organisme complexe, d'une durée infinie dont le développement fût également infini, sans que celui-ci n'entraînât la disparition des autres corps de même espèce ou d'espèces analogues en prenant leur place, etc. On concevrait plutôt un être qui se reproduirait indéfiniment, à la condition que les nouveaux individus viendraient à disparaître plus ou moins tôt après leur naissance. Au contraire, aucune contradiction scientifique ne nous empêcherait de concevoir un parfait équilibre entre l'assimilation et la désassimilation indéfiniment répétées chez

suivis au delà de ce que pénètrent les sens. Les faits précédents permettent de saisir comment les états morbides se rattachent aux états normaux dont ils ne sont que des degrés en plus ou en moins, ou enfin une aberration; c'est-à-dire manière d'être à part des états et des qualités de la substance organisée, qui est autre chose qu'un simple *quantum* de l'état normal bien qu'en dérivant sans intermédiaire.

tous les êtres existants, sans y interrompre la continuité de cette rénovation moléculaire et sans qu'il s'ensuivît une décomposition de la substance organisée.

Il n'y a pas de développement possible, ni autres propriétés de la substance organisée sans nutrition. Aussi la mort n'est-elle essentiellement caractérisée dynamiquement que par la cessation de la nutrition, qui entraîne la fin de toute évolution, tant de la substance organisée elle-même que de ses autres propriétés, c'est-à-dire de ce qui spécifie une existence individuelle. La vie peut, en effet, être réduite à la nutrition qui continue, les autres propriétés étant abolies sans retour ou momentanément. La nutrition elle-même peut être suspendue, et par suite également les propriétés d'un ordre plus élevé, puis reparaître, ainsi que ces dernières, sans qu'il y ait *mort* par conséquent, si les conditions d'activité de la substance organisée étant supprimées viennent à être rétablies, sans qu'il y ait désagrégation moléculaire des principes immédiats de cette substance tant solide que liquide.

Cela tient à ce que les quantités ou perfections des éléments anatomiques dont l'ensemble ou mieux le cours évolutif caractérise la vie, étant immanentes à ces dernières, ne se rencontrant nulle part et en aucun temps hors d'eux, disparaissent tant que les conditions de leurs manifestations extérieures à cette substance sont supprimées et ne cessent sans retour qu'autant que cette dernière a subi certaines altérations moléculaires (p. 19 et suiv.). Elles disparaissent elles-mêmes, sans retour encore, dès que celles-ci existent lors même que les conditions extérieures restent sans changements.

Envisagée au point de vue de son mode d'apparition dans les éléments anatomiques, la mort est graduelle ; elle survient par une succession de mouvements décroissants infiniment petits et constitue comme l'arrivée des propriétés vitales un fait d'évolution dont elle marque la fin. Les manifestations des propriétés de la vie animale, telles que la contractilité et la névrilité, peuvent seules disparaître subitement, alors pourtant qu'il y a encore possibilité de leur retour, tant que les qualités de la vie végétative persistent encore, si les conditions de respiration, de circulation et autres, brusquement supprimées,

viennent à être rétablies et à permettre ainsi une nouvelle mise en jeu des éléments qui jouissent de ces perfections (1).

Envisagée en elle-même, elle comprend un fait statique et un fait dynamique : le premier qui est double comprend, soit l'altération de la substance organisée prise à un moment donné, soit les changements dans les conditions extérieures à cette substance que nécessite le maintien de son activité ; le second comprend la disparition des propriétés spéciales à la matière organisée et que ne partagent pas les corps bruts.

Quant à la ségrégation chimique de la substance organisée par dissociation et décomposition de ses principes immédiats, elle est consécutive à la mort et constitue un ordre de phénomènes physiques et chimiques très-distincts de celle-ci ; ils entraînent la disparition des éléments anatomiques, dont les caractères physiques et de structure ne sont pas détruits par les modifications intimes, mais appréciables, qui causent la disparition de leurs propriétés (p. 25).

L'élément anatomique (ou l'organisme) une fois produit, une fois né, pourrait être supposé présentant un parfait équilibre, de durée *indéfinie*, entre l'acte d'assimilation et celui de désassimilation ; il pourrait encore être supposé cessant brusquement d'accomplir les deux actes précédents, ce qui mettrait aussitôt *fin* à son existence. On peut obtenir cette *fin* ou *terminaison* (qui reçoit spécialement le nom de *mort* quand il s'agit de l'organisme lui-même) en mettant cet élément dans cer-

(1) C'est sous le rapport de la disparition, et encore momentanée seulement, des propriétés de la vie animale que l'on a pu comparer la mort au sommeil ou à l'état chrysalidien des insectes avec quelque apparence de raison, mais sans rien expliquer du tout ; car la cessation des propriétés de la vie végétative caractéristique de la mort est loin d'avoir lieu dans les états de sommeil et de nymphe. Ces propriétés acquièrent au contraire alors un degré d'énergie qui caractérise ces états autant que la suspension momentanée de la mise en jeu des éléments doués de propriétés de la vie animale ; sous ce rapport ils font l'inverse de la manière la plus manifeste. Quant à la période d'évolution chrysalidienne elle peut à plus juste titre être comparée au sommeil des autres animaux. C'est sous le rapport de ces actes seulement qu'il est possible de dire exactement avec Leibnitz que la mort n'est qu'un changement, en forme de diminution, des actes de l'économie qui fait rentrer l'être organisé dans l'enfoncement d'un monde (inorganique) de molécules (et non de petites créatures ou monades) où il y a des actions plus bornées (et non des perceptions) jusqu'à ce que l'ordre naturel de ses principes immédiats l'appelle peut-être à retourner sur le théâtre de l'organisation.

taines conditions qui rendent impossible le double acte dont nous parlons, qui l'arrêtent.

a. La mort proprement dite n'est qu'un phénomène de ce genre survenant successivement sur les éléments anatomiques par suite de causes diverses ; elle consiste en une cessation brusque ou graduelle de la nutrition. Elle est due souvent à une altération des humeurs, soit rapide, telle que celle que déterminent certains poisons, ou lente comme celle que causent les miasmes, mais dont le résultat final est d'empêcher la rénovation moléculaire dans les éléments anatomiques mêmes qui composent tous les tissus ; car c'est à eux, en définitive, que doivent être rattachés tous les phénomènes intimes de la mort, puisque c'est à eux que sont immanentes les propriétés qui caractérisent ce qu'on entend par vie. Elle est due d'autres fois à ce que, soit d'une manière directe, soit d'une manière indirecte, la distribution des humeurs dans les tissus et la circulation venant à être entravées, les matériaux ne sont plus apportés ni enlevés aux éléments anatomiques, ce qui amène encore la cessation de leur nutrition (1).

b. La cessation de la nutrition des éléments anatomiques prend les noms de *mortification*, de *gangrène*, de *nécrose*, de *pourriture d'hôpital*, d'*escharification*, etc., selon les conditions dans lesquelles elle survient, lorsqu'elle se montre sur le vivant, n'atteignant qu'un certain nombre d'éléments anatomiques, ou d'organes, de portions d'organes, etc., à la fois. Ses phénomènes varient beaucoup selon que sa cause est une altération des éléments anatomiques, un empêchement de l'arrivée normale du sang jusqu'à eux par oblitération des artères, un empêchement à l'écoulement du sang veineux qui en revient, ou une altération du sang qui apporte et emporte les principes nutritifs (2).

(1) Les phénomènes qui se passent dans les éléments anatomiques consécutivement à la mort sont en partie ceux qui ont été décrits plus haut (p. 88 et suiv.), en partie des phénomènes de putréfaction. La description de ces derniers sort du domaine des questions traitées dans cet ouvrage, mais elle a été faite dans un autre auquel je dois renvoyer. *Chimie anatomique*. Paris, 1853, t. I, art. II du chap. IV, p. 502 et suiv.

(2) Le fait essentiel à signaler ici est que c'est aux éléments anatomiques principalement que doivent être rapportés les phénomènes de cette mortification ; ce sont eux surtout qui en sont le siége. Mais comme les liquides sanguins et

c. Nous avons vu qu'au delà des lésions visibles à l'aide du microscope, il existe d'autres lésions tout aussi réelles. Parmi elles compte le *ramollissement*, dû à des modifications isomériques des principes immédiats coagulables qui composent la plus grande partie de la substance des éléments anatomiques. Le ramollissement ne devient visible que par la facilité avec laquelle se brisent les éléments; mais il peut devenir tel que l'élément se dissocie en granulations ou fragments amorphes, soit spontanément, soit sous le moindre effort. C'est là un des modes de destruction ou de disparition accidentelle des éléments, dont les tubes nerveux, les épithéliums de la rate, et plus souvent encore les cellules épithéliales ou les matières amorphes de beaucoup de tumeurs offrent des exemples. Les changements qui entraînent le ramollissement peuvent devenir tels, qu'ils finissent par amener la diffluence et même la *liquéfaction* des parties lésées.

Ces divers modes de mort des éléments anatomiques se rattachent au développement, en ce qu'ils viennent l'interrompre ou mettre fin à l'existence des cellules lorsque déjà celui-là est arrivé à ses périodes moyennes ou extrêmes; mais il résulte essentiellement de troubles survenus dans la nutrition ou de la cessation de celle-ci.

Il n'en est pas de même des suivants.

d. Lorsqu'on examine les périodes de développement de chaque espèce d'élément anatomique individuellement, on peut constater qu'un certain nombre de ceux qui étaient nés disparaissent avant les autres. On voit que tous ceux qui sont nés, en un mot, ne vivent pas nécessairement autant que leurs semblables, apparus ou non à peu près au même instant.

Les conditions qui amènent la mort ou la disparition des uns avant les autres, sont tantôt normales, tantôt accidentelles ou

autres y concourent aussi comme plusieurs éléments dans chaque tissu se mortifient à la fois, c'est par conséquent à propos de l'étude des tissus que devra être donnée la description de ces phénomènes. D'autre part, comme dans chaque tissu les éléments anatomiques se mortifient et se pourrissent plus ou moins vite, selon l'espèce à laquelle ils appartiennent, il était nécessaire de signaler ici la nature du phénomène et les parties du corps qui, chacune en particulier, en sont le siége, afin que dans la biographie de chaque espèce son mode de gangrène puisse au besoin être exactement décrit.

morbides. Souvent on voit que des éléments comprimés par d'autres durant leur évolution, ou se trouvant dans de mauvaises conditions de développement lorsque celui-ci est achevé, s'atrophient jusqu'à *disparition* ou *résorption* complète. Ce mode de mort des éléments anatomiques n'est pas rare; il est, comme on voit, le résultat de l'atrophie poussée jusqu'à sa période extrême. C'est la fin (ou mort) la plus naturelle qu'on puisse concevoir. Elle ne s'observe que sur les éléments anatomiques ou sur un tissu, et jamais sur l'organisme total doué d'une vie indépendante, ainsi qu'on le comprend aisément; mais l'embryon s'atrophie parfois en entier (1). L'atrophie des branchies et de la queue des larves de beaucoup de batraciens, celle de la vésicule ombilicale de ces animaux et des poissons, celle de la membrane pupillaire des mammifères, fournissent des exemples, d'une observation facile, de ce genre de fin des éléments anatomiques dans des conditions normales.

e. Il est un autre mode de fin ou de terminaison de l'existence des éléments anatomiques qui, bien que consistant aussi en une cessation de la nutrition ou rénovation moléculaire continue, se rattache d'une manière bien plus intime que les précédents au développement. C'est celui qui consiste en la séparation de certains éléments les uns des autres et de ceux d'espèces différentes contre lesquels ils étaient appliqués, séparation suivie de leur chute avec ou sans remplacement par leur semblables. Pour un certain nombre d'éléments c'est là le mode habituel de mort et de disparition.

Les éléments dont il s'agit sont : les cellules épidermiques de la peau, les cellules épithéliales de la bouche, de l'œsophage et du reste de l'intestin : celles des glandes sébacées, celles

(1) La *mort naturelle* de l'organisme est quelquefois déterminée par un ensemble d'*atrophies* ou d'*hypertrophies* de certains éléments, de certains tissus qui amènent des troubles et la cessation des actes propres des systèmes, des organes ou de tel ou tel appareil. La *mort accidentelle* ou résulte d'une cessation brusque de certaines fonctions, ou a lieu d'une manière *plus* ou *moins* analogue à ce qui cause la mort naturelle, par suite d'*hypertrophies* ou d'*atrophies* partielles ou générales, ou parce qu'on rend impossible, partout à la fois, le double acte assimilateur ou désassimilateur par le changement lent ou brusque d'un de ses ordres de conditions d'accomplissement, tel que, par exemple, le changement de la composition des humeurs (voy. principalement sur ce sujet, *Chimie anatomique*, t. I, p. 242 à 247).

des voies génito-urinaires. Ce sont encore les éléments des poils, des ongles et des cornes qui tombent. Tous appartiennent au groupe des *produits*. Il y faut joindre au début de la vie extra-utérine, comme appartenant à ce dernier groupe, lés éléments de l'amnios et de la vésicule ombilicale d'une part, puis ceux du chorion et de ses villosités concourant ou non à former le placenta.

Mais il est un certain nombre d'éléments du groupe des constituants qui offrent comme terme naturel de leur existence une chute spontanée, préparée ou amenée en général par une série de phénomènes intimes qui se sont passés dans leur substance. Ces éléments sont ceux des vaisseaux qui composent le cordon ombilical et les capillaires des villosités choriales. Ce sont encore ceux du tissu lamineux allantoïdien pénétrant dans ces villosités et celle de ses portions qui se trouve interposée au chorion et à l'amnios.

Du côté de la mère, il faut y joindre les vaisseaux, les fibres lamineuses, les noyaux embryoplastiques, l'épithélium et les follicules qui entrent dans la composition de la muqueuse utérine et qui tombent lors de l'accouchement. Chez le plus grand nombre des ruminants à cornes pleines ou osseuses, on voit tomber aussi, mais après mortification graduelle, la peau qui recouvre les cornes pleines, puis les éléments osseux qui composent celles-ci.

Par la mort et la chute des épithéliums disparaît journellement une quantité notable de substance organisée. Ce mode de terminaison, continuel pour certaines espèces (épithéliums proprement dits, ongles, poils), temporaire et périodique pour d'autres (éléments des *annexes du fœtus*, de la muqueuse utérine, etc.), enlève de l'économie des éléments entiers, et, par suite, des principes immédiats, tant substances organiques surtout que principes cristallisables; mais il faudrait se garder de voir là un mode d'excrétion, d'expulsion de principes ayant déjà servi, comparable à celui des principes formés par désassimilation qui sont expulsés par la sueur et par les reins. Dans ce dernier cas les principes qui sortent proviennent de la désassimilation nutritive des éléments anatomiques constituants; dans celui dont il est ici question ce sont des éléments anato-

miques entiers, mais appartenant surtout au groupe des produits, qui se détachent normalement et sont incessamment remplacés par d'autres. Dans un cas il y a chute naturelle et en masse de chaque élément en nature; dans l'autre, il y a désassimilation molécule à molécule de la substance des éléments et expulsion ou excrétion des principes désassimilés (1). Comme les principes immédiats des épithéliums, etc., qui tombent ainsi, ne sont pas de ceux qui ont déjà servi, tels que les principes désassimilés, on ne peut pas dire que, par leur chute journalière, ils prennent part à la rénovation de la substance du corps. Ce n'est qu'en envisageant d'une manière générale l'ensemble des phénomènes du renouvellement de la masse de l'organisme, qu'ils peuvent être examinés sous ce point de vue.

Dans les cellules épithéliales, les phénomènes de développement qui précèdent la chute des éléments et la préparent consistent surtout en un amincissement graduel de la cellule, avec diminution du nombre des granulations, atrophie allant jusqu'à la résorption du noyau et dessiccation de l'élément lorsqu'il s'agit des épithéliums de la peau. Dans les muqueuses, la chute des cellules a lieu dès qu'elles ont atteint un certain degré d'amincissement avant que leur noyau soit atrophié. Pour les cellules épithéliales prismatiques, c'est plutôt parce que d'autres sont nées entre elles et le chorion de la muqueuse qu'elles se détachent et meurent avant d'avoir subi des modifications évolutives très-notables du genre de celles dont il vient d'être question.

Cette remarque s'applique aussi aux poils des mammifères, aux plumes des oiseaux, à la couche cornée des reptiles.

Ce sont ces modifications du développement des éléments anatomiques entraînant leur mort et leur chute (*desquamation*), précédées ou suivies de leur remplacement par naissance d'éléments anatomiques semblables qui constituent la *mue* et qui la caractérisent essentiellement.

La caducité de la muqueuse utérine résulte de la naissance d'une muqueuse nouvelle entre elle et la tunique musculaire

(1) Voy. Ch. Robin et Verdeil, *Chimie anatomique*. Paris, 1853, t. I. p. 248 et suivantes.

ainsi que de changements évolutifs survenant peu à peu dans ses éléments anatomiques.

Pour les éléments constituants de la muqueuse utérine, la chute est ordinairement précédée de la production graduelle d'un grand nombre de granulations graisseuses, soit dans leur épaisseur, soit dans leurs interstices; c'est là également le cas pour les cellules épithéliales de cette muqueuse.

Les phénomènes consécutifs à la chute de ces divers éléments ne sont plus d'ordre vital, mais purement chimiques, et appartiennent à ceux dits de putréfaction; c'est-à-dire qu'une fois tombés, ces éléments se putréfient. Seulement cette putréfaction est plus ou moins rapide selon l'espèce d'élément dont il s'agit; elle est très-prompte pour ceux qui appartiennent aux constituants, et sont naturellement mous. Pour les ongles et les cornes creuses, les cellules épidermiques proprement dites et les poils, la nature des substances qui les composent et leur état de sécheresse lors de leur chute font que la putréfaction en est très-lente et peut ne pas avoir lieu si on les conserve dans l'état où elles étaient lors de leur chute.

Tout croît dans l'individu par le développement successif des éléments anatomiques qui naissent aussi successivement. Ces éléments sont individuellement développés (mais non engendrés) à chaque instant de leur propre durée par une foule de petits accroissements lents et parfois insensibles, dont l'ensemble représente l'évolution totale. Cette tendance de l'organisme à subir une évolution qui est la résultante de celle de ses éléments anatomiques (par un accroissement ou une diminution de substance, selon qu'il parcourt une période progressive ou décroissante) atteste la continuité de la force rénovatrice continue dont il va être question, et il importe de ne pas la confondre avec la propriété génératrice dont il a été parlé dans les chapitres précédents, si l'on veut comprendre la vie, l'ordre et la beauté des choses de l'organisation (1).

(1) Dans la nutrition, dont l'activité est surtout manifeste pendant les périodes de repos des propriétés dites animales de la substance organisée, dans la nutrition, dis-je, on ne saurait voir un fait semblable au développement qui exprime et représente le mouvement. Il y a dans la notion d'évolution deux éléments, l'un fini et caractéristique, qui est la quantité du mouvement ou accroissement.

CHAPITRE XI

DE LA NUTRILITÉ ET DE LA NUTRITION DES CELLULES.

On donne le nom de *nutrilité* à la propriété qu'a toute substance organisée, amorphe ou figurée, placée dans un milieu convenable, de présenter continuement et sans se détruire un double acte de *composition* assimilatrice et de *décomposition* désassimilatrice simultanées (1).

l'autre infinitésimal, c'est-à-dire infiniment petit qui est la nutrition. L'introduction du premier de ces termes est la marque de la contingence du phénomène ; l'existence de celui-ci est le signe de son universalité comme loi, parce que la nutrition est le fait le plus général dans l'économie et domine le second sans l'absorber. Nous savons que c'est dans la propriété de renouvellement moléculaire incessant de la substance des éléments anatomiques, ayant, dans l'entrée comme dans la sortie des matières, la production de principes immédiats nouveaux pour condition d'existence, que se trouve la raison d'être des sécrétions et de l'absorption. Nous avons également constaté que l'abandon dans lequel est longtemps restée l'étude de la nutrition a souvent fait considérer la vie comme caractérisée seulement par les phénomènes de sensibilité, de contractilité ou de circulation. Aussi on entend dire fréquemment que les produits tels que les épithéliums, les ongles, les poils, les plumes, etc., ne vivent pas, parce qu'ils n'ont que des propriétés végétatives, telles que celles de nutrition, de développement ou de reproduction. Mais il est à remarquer que ne jouissant que de ces propriétés, sans posséder de propriétés animales, ils les manifestent avec un degré d'énergie qu'on ne retrouve pas dans les espèces d'éléments doués de sensibilité ou de contractilité. C'est à-dire que loin d'être dépourvus de vie, ils offrent à un degré d'énergie presque sans exemple parmi les espèces du groupe des constituants les trois propriétés végétatives qui caractérisent essentiellement la vie, et c'est sous ce rapport surtout qu'ils se rapprochent des tissus des plantes (voy. Ch. Robin, *Des éléments anatomiques et des épithéliums*. Paris, 1867, in-8, p. 58 et suiv.).

(1) Bichat rattachait la nutrition tantôt aux humeurs et aux tissus, tantôt aux organes. Plus tard, de Mirbel montra que pour les plantes, : 1° que leur tissu est composé d'*utricules* ou *cellules* (*Recherches anatomiques sur le Marchantia polymorpha ;* Paris, 1831-1832, in-4, p. 16), *que les tubes et vaisseaux des plantes ne sont que des cellules très-allongées* (*Exposition de la théorie de l'organisation végétale ;* Paris, 1809, in-8, p. 124) ; 2° que toute *partie nouvelle*, tout *accroissement* dans une partie ancienne, étant occasionnés par la *nutrition*, s'annoncent nécessairement par un dépôt de *cambium* (*matière mucilagineuse formatrice* pour Grew, Malpighi et ordinairement pour Mirbel aussi, qui d'autres fois donne encore ce nom au tissu cellulaire récemment produit aux dépens de cette matière) ; et, selon la loi constante de la *génération*, ce produit est de même essence que la matière organisée qui l'a engendré (Mirbel, *Cours complet d'agriculture ;* Paris, 1834, in-8, t. V, p. 85) ; 3° que le végétal se compose tout entier d'une masse utriculaire, l'*utricule* étant le seul élément constitutif dont nous puissions reconnaître l'existence au moyen de l'observation directe (Mirbel, *Examen critique, etc.*, dans Compt. rend.

Le mot *nutrition* doit désigner l'accomplissement, l'existence de ces actes simultanés, la manifestation de cette propriété qu'a la substance organisée de se renouveler molécule à molécule d'une manière continue; mais, dans presque tous les écrits, on le trouve seul employé dans deux sens, c'est-à-dire, soit dans le sens de nutrilité, pour désigner la propriété de rénovation moléculaire continue, soit dans le dernier sens indiqué ici pour spécifier le fait et le résultat de son existence, ou ses manifestations.

La nutrilité est la plus générale de toutes les propriétés immanentes à la substance organisée. Toutes les autres propriétés vitales la supposent, c'est-à-dire qu'elle en est une condition d'existence, tandis que les seules conditions nécessaires à sa manifestation sont des conditions physiques et chimiques, un milieu convenable en un mot. Dès qu'elle cesse, toutes les autres propriétés disparaissent également, et l'on désigne cet état par le nom de *mort;* il n'y a mort, à proprement parler, que lorsque la nutrition a cessé, et dans l'ordre naturel, cette cessation est postérieure à celle de toutes les autres propriétés. Dès qu'a cessé la nutrition, la substance organisée, amorphe ou figurée, ne présente plus que les seules propriétés qu'elle partage avec les corps bruts, et bientôt elle se décompose, à moins qu'on ne la combine avec des corps plus stables, comme les sels métalliques, ou qu'on ne la place dans certaines conditions physiques particulières, comme hors du contact de l'air, ou qu'on ne l'amène à l'état de dessiccation.

des séanc. de l'Acad. des sc.; Paris, 1835, in-4, t. I, p. 151); 4° que *ces cellules ou utricules sont autant d'individus vivants, jouissant chacun de la propriété de croître, de se multiplier, de se modifier dans certaines limites, travaillant en commun à l'édification de la plante, dont elles deviennent elles-mêmes les matériaux constituants. La plante est donc un être collectif* (Mirbel, *Nouvelles notes sur le cambium*, Compt. rend. de l'Acad. des sc. Paris, 1839, in-4, t. VIII, p. 649). Schleiden avait dit aussi : la cellule est un petit organisme; chaque plante, même la plus élevée, est un agrégat de cellules complétement individualisées et d'une existence distincte en soi (*Beiträge zur Phyto-genesis*, dans Archiv für Anat. und Physiologie. Berlin, 1838, in-8, p. 137 et 138). Schwann paraît être le premier qui l'ait rapportée réellement aux éléments anatomiques des animaux, lorsqu'il dit que *puisque les cellules sont les formes élémentaires primaires de tous les organismes, la force fondamentale des organismes se réduit à la force fondamentale des cellules* (Schwann, *Mikroskopische Untersuchungen*, 1838, in-8, p. 221 à 233). Depuis lors, tous ses successeurs ont suivi cet exemple.

On ne saurait trop insister sur ce fait : 1° que toutes les autres propriétés d'ordre vital que possède la substance organisée sont subordonnées à celle-là ; 2° que les phénomènes de développement, de reproduction, et les résultats qu'ils produisent, l'état auquel ils amènent les éléments, varient et diffèrent incessamment, si la nutrition varie ; 3° que les parties qui grandissent, se reproduisent, se contractent, ou sentent, étant en voie de rénovation continue pendant que se passent ces phénomènes-là, les résultats du développement, de la reproduction, de la contraction ou de la sensation seront différents d'une manière incessante, suivant les conditions dans lesquelles s'opère la nutrition.

Ce sont là des faits qu'il ne faut pas cesser de prendre en considération toutes les fois que l'on envisage l'un de ces phénomènes de la vie animale ou les éléments anatomiques qui en sont le siége, puisque là est la cause des variations secondaires sans nombre que chacun d'eux présente constamment (1).

C'est à cette rénovation, variable du reste en rapidité d'un

(1) Les faits que je viens de rappeler sont tellement familiers aux physiologistes depuis de Blainville, A. Comte et autres, que ce n'est certainement pas sans étonnement qu'ils liront le passage suivant de Virchow qui montre bien où en est encore la physiologie dans l'esprit de quelques médecins. Suivant Virchow, (*Sur l'irritation*, Gaz. hebd. de méd. Paris, 1868, in-4, p. 535). « Non-seulement la fonction peut s'accomplir sans la nutrition, mais un fait bien connu, le rétablissement de l'irritabilité perdue par suite de l'exercice trop prolongé de la fonction, rétablissement possible sans l'intervention de la nutrition, m'a démontré la nécessité de séparer les processus nutritifs des processus fonctionnels. Qu'on se rappelle encore cette expérience vulgaire dans laquelle nous voyons un nerf arraché du corps de l'animal perdre son irritabilité après une excitation expérimentale d'une certaine durée, puis la recouvrir après un repos d'une certaine durée hors de l'animal, c'est-à-dire indépendamment de toute nutrition. Il est donc bien certain que cette *restitution fonctionnelle*, comme je l'ai nommée, n'est pas liée à la nutrition. De même, il est très-douteux que tous les actes formateurs dépendent de la permanence de la nutrition. Les premiers phénomènes de formation dans l'œuf s'accomplissent dans des conditions où l'on ne peut, sans témérité, parler d'un apport permanent de principes nutritifs. » Il est certainement singulier de voir encore admettre à notre époque que cette *restitution fonctionnelle* dont la cause n'est pas indiquée serait indépendante d'une réparation nutritive, qu'elle serait due à autre chose qu'à la restitution moléculaire qui caractérise la nutrition. Les expériences sur les appareils électriques et autres séparés de l'animal ont depuis longtemps prouvé que tant qu'il reste des principes immédiats dans le sang non altéré des capillaires, des organes ainsi isolés, l'assimilation continue, tout en diminuant naturellement peu à peu jusqu'à ce qu'elle cesse, et en même temps cessent les actes des parties étudiées (voy. p. 16, 177 et 178).

élément à l'autre, que sont dus ces changements graduels qui font que nul d'entre eux n'est le lendemain ce qu'il était la veille, et qui conduisent graduellement à l'état sénile, devenant bientôt tel, que la rénovation ne pouvant plus avoir lieu dans les éléments de certains tissus, ceux-ci perdent leurs propriétés. Les organes dont ils font partie cessent par suite leur jeu, et, selon leur importance, entraînent la cessation subite ou successive de l'action des autres organes, ce qui cause la mort.

C'est, d'autre part, à cette rénovation continue qu'est due cette particularité, que l'organisme humain, par exemple, bien qu'agissant chaque jour presque continuellement, dure un plus grand nombre d'années, que chacune des pièces envisagée individuellement de la majorité des appareils composés de matière brute dont l'homme use journellement.

Comme il est constant aussi que les éléments anatomiques, et, par suite, les tissus qu'ils composent par leur enchevêtrement, reproduisent dans leur constitution un type ou plan déterminé, toujours le même, ou du moins oscillant entre des limites de variations dont l'écart n'est pas infini, c'est à cette rénovation qu'est due l'amélioration de la santé qu'amènent toutes les médications générales ; c'est-à-dire celles qui modifient ou activent la nutrition de la totalité ou de la majorité des tissus. En effet, lorsque des tissus malades (ayant leurs éléments anatomiques hypertrophiés, atrophiés, déformés ou même comprimés par des substances amorphes, interposées à eux), et se nourrissant mal, viennent par des moyens, tels que les médications générales, à être replacés de nouveau dans de bonnes conditions d'active rénovation nutritive, leur développement se trouve modifié d'une manière correspondante à la nutrition. Les éléments, dans cette modification, tendent graduellement à reprendre le type normal, d'où résulte l'amélioration ou guérison des organes et le retour à la santé, c'est-à-dire à l'accomplissement, à la manifestation régulière des propriétés de la vie animale chez les éléments qui, sous l'influence de cette rénovation active, sont revenus à l'état de leur constitution habituelle.

Telles sont les conséquences, les résultats généraux par les-

quels se manifeste la nutrilité, dont l'accomplissement porte le nom de nutrition.

La nutrition est l'acte vital le plus simple, puisqu'elle consiste uniquement dans le fait continu de combinaison et de décombinaison simultanées des principes immédiats qui constituent la substance organisée. On tenterait aussi vainement d'expliquer cette continuité et cette simultanéité que la connexité, qui fait toujours dépendre les attributs les plus élevés de la substance organisée des plus grossières propriétés de la matière en général. Aucune contradiction absolue ne nous empêche de rêver l'existence de la nutrition ou même la pensée, par exemple chez des êtres complétement inaltérables ; ce fait a même été souvent admis dans l'origine de la science ; mais l'observation n'a jamais confirmé une seule de ces suppositions. Partout où la substance demeure moléculairement invariable, il n'existe non-seulement aucune trace de sensibilité ou de contractilité, mais pas même le moindre rudiment de nutrilité, d'évolutilité, etc. (1).

Pour que la nutrition s'accomplisse, il faut que la substance organisée se trouve placée dans certaines conditions complexes d'humidité, de consistance, de température et autres

(1) Ce sont en fait les *propriétés végétatives* de la substance organisée que les anciens désignaient sous les noms d'ANIMA VEGETATIVA et de VEGETATIO : *ita vocatur proprie illa actio naturalis, qua omnia corpora vere viventia gaudentium a* PRIMO ORTU NUTRIUNTUR et AUGMENTANTUR, *debitumque magnitudinem adepta in vigore proprio vitali conservantur*. C'est en particulier la propriété de *donner naissance*, l'action de prendre une forme, qu'ils appelaient à juste titre *force plastique* et *plasticité*, δύναμις, πλαστική, *ita dicitur vis plastica sive facultas formatrix, quæ eadem est cum anima vegetativa, sive principium illud vitale activum, inesse semini masculo in generationis negotio, e motu intrinseco et locali resultans, ovuli fæminei corpusculum fæcundans et ex illius materia corpusculum cum suis membris et partibus efformans* (Castelli, *Lexicon medicum*. Genevæ, 1746, in-4, p. 276). On voit que dans l'état actuel de la science on ne peut considérer ces qualités de la substance organisée, comme séparables de celle-ci et que les mots précédents ne désignent nullement une force spéciale, différente des propriétés connues de la substance organisée. On voit également par quelle erreur de logique (ayant sa source dans l'ignorance où l'on était de ces propriétés) l'épithète de *plastique* (*plasticus*, πλαστικός, *id est formans*) a été appliquée *aux organes* qui préparent les matériaux qui plus tard servent à la nutrition, tels que ceux des appareils digestifs, respiratoires, etc., à certaines productions morbides, etc. (*organes plastiques, productions plastiques*, etc.). On voit enfin que c'est par suite de la même erreur que l'on a appelé *plasticité* la nutrition en général et l'assimilation en particulier, surtout depuis Burdach (*Physiologie*. Paris, 1837, in-8, t. VIII, p. 408).

d'ordre physique quelle que soit du reste l'intégrité de sa constitution moléculaire. Il suffit que l'une ou l'autre de ces conditions soit modifiée ou cesse d'être remplie pour voir la nutrition, et, par suite, tous les actes qui lui sont subordonnés, modifiés à leur tour ou même interrompus. D'autre part, ces conditions restant les mêmes, il suffit que la composition de certains principes immédiats, ou que leurs proportions soient changées dans telle ou telle espèce d'éléments pour que la nutrition également cesse ou soit modifiée. C'est par suite de ces modifications spécialement, survenant graduellement dans la constitution de la substance organisée, et comme conséquence des actes de combinaison et de décombinaison incessante dont elle est le siége, que la nutrition, et, par suite, la vie ne se montre jamais que temporaire, bien que les conditions extérieures précédentes restent les mêmes. C'est de la sorte que tout corps organisé finit par rentrer dans les conditions des corps bruts lorsque ses principes constituants ne sont pas assez renouvelés, ce qui caractérise essentiellement la mort.

ARTICLE PREMIER. — DES ACTES ÉLÉMENTAIRES DONT LA SIMULTANÉITÉ CARACTÉRISE LA NUTRITION.

La nutrition des plasmas rend possible celle des éléments anatomiques proprement dits en apportant les principes qui doivent être assimilés, et ce sont eux qui emportent ceux qui se sont formés par désassimilation ; la nutrition sera réparatrice réellement ou cause de troubles généraux, selon l'état et la nature des principes qui composent ces fluides.

Les conditions qui viennent d'être indiquées existant, et elles sont telles habituellement, on observe les phénomènes suivants :

Il y a, d'une part, pénétration endosmotique de principes immédiats, phénomène physique par lequel ils se répandent molécule à molécule dans l'épaisseur de la substance de chaque cellule (*intus-susception*) ; puis il y a combinaison de ces principes à ceux de cette substance, et formation de composés nouveaux semblables ou non à ces derniers, à l'aide de ceux qui viennent de pénétrer. C'est là le fait caractéristique de l'*assimilation*, c'est-à-dire de ce phénomène par lequel des principes devien-

nent semblables à ceux qui existaient dans l'élément anatomique; mais le phénomène précédent, la pénétration endosmotique, est la condition de l'accomplissement de celui-ci.

Il y a, d'autre part et simultanément, formation et dissolution de principes différents des premiers, ce qui caractérise la *désassimilation*, mais avec issue exosmotique de ces composés comme condition physique de l'accomplissement de ce phénomène.

Ainsi, pénétration endosmotique, formation et combinaison de certains principes immédiats, dont quelques-uns sortent par exosmose, tels sont les phénomènes élémentaires dont l'accomplissement continu, qui a pour conséquence la rénovation incessante de la substance des éléments anatomiques, caractérise la nutrition.

Il y a, comme on voit, pour chaque espèce d'élément anatomique :

1° Des principes qui entrent;

2° Des principes qui sortent;

3° Et d'autres qui restent (1).

Pour chaque espèce aussi ces principes sont différents.

La nutrition est la condition d'existence du développement, et, par suite, de toutes les autres propriétés d'ordre vital.

La prédominance de l'assimilation sur la désassimilation est la condition essentielle du développement des éléments anatomiques.

(1) On comprend que pour étudier avec précision la nutrition, que pour déterminer exactement sa nature, il fallait surtout connaître les principes immédiats qui entrent, ceux qui sortent et ceux qui composent les plasmas et les éléments anatomiques. Les anciens ne les connaissant pas, décrivaient le phénomène en masse si l'on peut ainsi dire, au point de vue de la rénovation du corps en général, de quelques-uns de ses organes en particulier, en ne tenant compte que de la qualité des aliments ingérés, comparée à celle des produits d'excrétion et à la rapidité des actes. Ils ne confondaient pourtant point cette propriété élémentaire, devenant une force par rapport aux phénomènes plus complexes, avec les fonctions, actes d'un autre ordre, dont celui-ci est la condition d'existence. L'habitude prise depuis Bichat de classer parmi les fonctions la nutrition envisagée dans l'organisme entier, a pourtant conduit à la considérer comme une *fonction des cellules*, ainsi que l'ont fait Henle (*Anat. gén.*, 1843, t. I, p. 206) et ses successeurs, ou peut-être à donner au terme *fonction* la signification du mot *propriété*, qui est bien différente. Dans tous les cas, il résulte de l'une comme de l'autre de ces confusions une extrême difficulté à comprendre beaucoup d'auteurs, et des erreurs graves dans l'étude des autres phénomènes de l'économie et de celle de la pathologie.

La prédominance de la désassimilation sur l'assimilation est la condition du décroissement ou de l'atrophie qui peut aller jusqu'à la disparition complète de tel ou tel élément.

Les résultats de l'un et de l'autre de ces phénomènes, la composition et la décomposition, peuvent être suivis à l'aide des sens. On peut, en effet, voir grandir les cellules végétales ou animales, telles que celles des épithéliums, du pus, etc., ou bien les diverses fibres musculaires de l'embryon, etc. On peut voir se former, dans leur épaisseur, d'après les conditions où elles se trouvent, des grains d'amidon, de chlorophylle (cellules végétales), des granulations graisseuses ou d'autre nature, ce que montrent les cellules des cartilages et autres. Réciproquement l'atrophie graduelle de granules divers peut être constatée facilement dans les cellules de la notocorde, dans les cellules épithéliales des larves de *Triton*, qu'on laisse vivre sous le microscope dans de l'eau trop peu aérée; c'est ce que l'on constate encore sur le noyau des cellules épithéliales, dont on suit la disparition dans l'épiderme cutané, puis durant la formation des ongles, etc. Voy. aussi p. 302 et suiv.

De ces deux mouvements continus de composition et de décomposition, qui ont pour conséquence nécessaire la rénovation continue plus ou moins rapide, suivant qu'il s'agit de telle ou telle espèce d'entre les éléments, des principes immédiats qui les forment, le premier l'emporte dans le jeune âge et réciproquement, d'où résulte leur agrandissement.

Ce double mouvement est plus rapide sur l'être encore jeune que chez le vieillard : le fait est prouvé par la coloration et la décoloration des os par la garance, plus promptes dans le premier que chez le second. C'est sur les adultes et les vieillards que, dans les éléments, le mouvement de décomposition se ralentit; car, chez eux plus que sur les enfants, on trouve, dans certains organes, le dépôt de diverses substances dans l'épaisseur des fibres, des cellules, etc. Sur les jeunes sujets, c'est une tendance à la naissance de nouveaux éléments qui existe bien plus manifestement encore que la prédominance de l'assimilation. C'est cette génération incessante qui amène principalement l'accroissement des tissus et par suite de l'organisme; il faut se garder de la confondre, comme on le fait

souvent, avec la nutrition des éléments ; car la nutrition totale des tissus résulte de celle de chaque élément pris à part, et leur accroissement résulte de la multiplication de ceux-là autant et même plus que de leur développement (1).

Les éléments anatomiques peuvent se combiner avec un très-grand nombre des principes en présence desquels ils sont mis. Le propre de ces combinaisons faites dans l'état naturel, c'est l'instabilité ; plus elle est grande, plus l'animalité est prononcée et réciproquement ; plus aussi il est facile d'interrompre le cours régulier de la composition et de la décomposition, c'est-à-dire de la vie. Ainsi, dans les végétaux et les *produits* animaux, l'instabilité des combinaisons est peu marquée ; les principes sont énergiquement fixés et combinés ; ils s'en vont difficilement ; il faut employer des acides puissants pour enlever successivement les principes qui se sont ajoutés aux premiers formés dans chaque cellule ; or, là aussi la vitalité est difficile à faire disparaître ; dans les plantes même elle recommence facilement après avoir cessé dès qu'on remet ces éléments dans des conditions un peu favorables à leur nutrition habituelle.

Il n'en est pas de même chez les animaux ; ici la rénovation est rapide et le mouvement de composition et de décomposition ne peut pas être suspendu quelque temps sans cesser tout à fait, sauf sur les êtres d'une organisation très-simple, comme beaucoup d'infusoires. Le peu de fixité des combinaisons se manifeste par la facile décomposition des éléments. Dans les plantes comme sur les animaux, mais plus aisément chez ceux-ci, dès qu'une combinaison est trop stable, dès qu'elle ne peut se décomposer rapidement, c'est la mort de l'élément qui a lieu.

(1) Ainsi, il y a échange continuel entre ceux des principes immédiats qui font partie des éléments et ceux qui, arrivés dans les plasmas, n'en font pas encore partie. Ceux-ci doivent remplacer et chasser les premiers, et la santé n'est autre chose qu'un résultat de la régularité de cette succession de combinaisons et de déplacements. Pour peu que les deux mouvements cessent de se correspondre, pour peu que l'équilibre vienne à se rompre, la proportion nécessaire de la destruction et de la rénovation nutritive est changée, il y a maladie. Il n'y a pas, dans les corps organisés, d'autre force de *résistance vitale* contre l'action destructive des agents extérieurs que celle-là ; cette prétendue force n'est rien autre que le double mouvement continu de composition et de décomposition amenant la rénovation moléculaire incessante.

Tout cesse dès que la décomposion s'arrête. Quand c'est l'assimilation qui ne s'opère plus et que le mouvement de décomposition désassimilatrice continue, ce qui amène l'atrophie ou même la disparition complète; mais, dans ce cas, le phénomène est lent, graduel et presque insensible. Il résulte de l'absence de l'afflux endosmotique de principes convenables ou de l'impossibilité où ceux-ci se trouvent de pénétrer régulièrement dans la substance de chaque élément par suite de changements survenus dans l'état physique de ces corps, tels qu'une compression prolongée, par exemple; on sait, en effet, que celle-ci change d'une manière notable et évidente les conditions de l'échange endosmotique des principes nutritifs, et influe manifestement de la sorte sur l'atrophie des éléments. Mais ce ne sont pas des phénomènes aussi rapides ni aussi intenses que ceux dus à l'influence de la combinaison des sels métalliques avec les éléments, comme cela a lieu dans les cas d'empoisonnements.

Il importe de ne jamais perdre de vue que c'est sur la connaissance des faits précédents que repose toute la validité des interprétations de la thérapeutique pharmacologique. Il n'y a, en effet, pas d'autre *vis medicatrix naturæ* que la nutrition. Les médicaments sont des principes immédiats accidentels qui n'ont pas d'autre action que d'intervenir dans la nutrition avec les autres principes immédiats, et de favoriser ou d'empêcher le mouvement d'assimilation ou de décomposition, d'après les nouvelles conditions dans lesquelles leur intervention place les éléments ou l'espèce d'éléments dont la nutrition est altérée. Dans leur administration toutefois on est forcé de tenir compte des modifications qu'ils apportent à la vie des éléments qui ne souffrent pas; et les *spécifiques* ne sont autre chose que des corps qui n'agissent que de telle ou telle manière sur tous les éléments à la fois, ou bien ceux qui n'agissent que sur une seule de leurs espèces sans modifier notablement les autres. Le degré d'action de ceux-là peut, du reste, varier d'intensité suivant chaque espèce d'élément anatomique (1).

(1) La thérapeutique pharmacologique s'adresse à la substance organisée elle-même; c'est en modifiant celle-ci qu'elle en modifie les actes. Un médicament est en effet un corps simple ou composé introduit par une voie quelconque,

Le médicament est-il assimilé momentanément par la substance des nerfs ou par celle des muscles, il peut, selon sa nature, en exagérer, diminuer ou pervertir les propriétés spéciales; mais cela ne se fait point sans que consécutivement la nutrition ou rénovation moléculaire de ces tissus ne soit modifiée; d'où la fatigue ou le bien-être causés par l'exercice selon sa nature. Il peut se faire que, pour ces éléments comme pour les autres espèces, ce soit leur rénovation moléculaire, leur développement ou leur reproduction qui se trouvent modifiés par la présence de ce nouveau principe introduit dans leur substance. Dès lors leur constitution intime étant changée, il survient aussi des changements dans les propriétés spéciales dont ils jouissent, et dans le rôle particulier qu'ils remplissent dans l'économie. Ainsi, dans la thérapeutique pharmacologique, c'est le rapport du médicament avec la substance de chaque humeur et de chaque tissu lésé qu'on étudie; dans l'hygiène thérapeutique, ce sont les divers agents matériels et autres naturellement usités dans l'état de santé dont on dirige les rapports avec l'organisme ou ses parties, lorsque leurs actes sont troublés.

Il y a donc, dans l'étude de la première, deux choses en présence : le médicament et la substance organisée qu'il modifie ; on comprend que l'une et l'autre doivent être connues à un égal degré si l'on veut arriver à se rendre compte de l'action d'un médicament et en diriger sagement l'emploi. Malheureusement nous sommes loin d'en être arrivés là. En général, nous connaissons le médicament, c'est-à-dire sa composition, ses propriétés physiques et chimiques. Nous connaissons plus ou

qui vient faire partie temporairement ou d'une manière permanente de la substance organisée des humeurs ou des éléments de quelqu'un de nos tissus; il modifie les propriétés qui leur sont immanentes, de telle ou telle manière, selon sa nature, sa quantité, etc... Ce corps peut être choisi parmi ceux qui sont des espèces de principes immédiats naturels de nos tissus et de nos humeurs, tels que les chlorures de sodium, les phosphates de soude, de chaux, etc. Généralement, les médicaments sont choisis parmi les composés qui ne se rencontrent pas naturellement dans l'économie, dont ils deviennent aussi momentanément un principe immédiat, mais un principe immédiat accidentel. Ce qu'il importe de savoir et de répéter, c'est que le médicament n'agit qu'en faisant partie, temporairement au moins, de la substance des humeurs ou des éléments de nos tissus; dès lors il en modifie nécessairement les propriétés, et ce n'est que par suite de ce fait qu'arrivent dans l'organisme les changements qu'on se propose d'obtenir. Voy. Ch. Robin. *Des éléments anatomiques et des épithéliums.* Paris, 1868, in-8, p. 61 et suivantes.

moins la disposition géométrique ou extérieure des parties que forme la substance organisée, mais nous en ignorons la nature; car ce que nous étudions le moins, c'est la composition immédiate de cette substance aux principes de laquelle le médicament va se fixer d'une manière permanente ou temporaire pour en modifier les actes moléculaires rénovateurs. Or, c'est pourtant ainsi que ces actes sont ramenés à leur état normal par suite de la tendance de la substance de chaque élément anatomique à reprendre durant la rénovation le type déterminé de la constitution qui lui est propre lorsqu'elle l'a perdu. C'est ce retour à cette constitution qui est le but de la thérapeutique. On ne saurait trop insister sur ce fait que démontre l'étude de l'évolution des éléments anatomiques; c'est qu'une fois modifiés par suite de circonstances accidentelles, tout ce qui vient en activer la rénovation moléculaire nutritive tend à les ramener à l'état normal parce que, pendant cette rénovation, ils se développent dans le sens du type de la constitution qu'ils avaient acquise pendant leur développement fœtal.

D'où l'importance qu'il y a à connaître la composition immédiate du sang d'abord et celle des éléments anatomiques ensuite pour arriver à faire un choix rationnel des moyens thérapeutiques à employer dans un cas pathologique quelconque.

Non-seulement il faut connaître la substance dont sont formées d'une manière immédiate les parties qui sont le siége des actes, mais il faut connaître aussi comment s'accomplissent ces derniers. En effet, le médicament va s'unir à une substance en voie d'activité, en voie de rénovation moléculaire continue et non à une substance brute, fixe et morte; souvent même c'est à une substance dont la rénovation ne s'accomplit pas d'une manière semblable à ce qui se passe dans l'état normal, ce qui fait dire, non sans quelque raison, mais d'une manière indéterminée, que les remèdes agissent autrement pendant la maladie que pendant l'état de santé (1).

(1) On voit, d'après ce qui précède, pourquoi les chimistes, en voulant expliquer tous les phénomènes de l'économie par les seuls actes qu'ils connussent, ceux d'assimilation et de désassimilation, qu'ils n'ont même pas toujours bien distingués, ils n'ont pu rattacher à leurs opinions beaucoup d'esprits. Entre les phénomènes chimiques qui se passent dans l'économie et les propriétés d'ordre vital qui reconnaissent les précédents comme condition d'existence, ils laissent

Examinons maintenant *les phénomènes de la nutrition en particulier;* car des actes d'entrée et de sortie des principes, de composition et de décomposition dont les éléments anatomiques sont le siége, résulte la rénovation de la substance de chacun d'eux, phénomène plein de conséquences pour la physiologie des tissus, qu'il domine tout entière. Ce sont ces diverses faces de la question que nous devons étudier séparément.

ARTICLE II. — DE L'ENTRÉE DES PRINCIPES IMMÉDIATS DANS LA SUBSTANCE DES ÉLÉMENTS ANATOMIQUES.

Dans l'examen des *principes qui entrent* pour satisfaire à la rénovation de la matière organisée, il faut pouvoir observer pour chacun des éléments anatomiques en particulier comme pour leur ensemble, *a*, d'où viennent les principes qui entrent, *b*, quels sont les phénomènes de leur entrée, et *c*, ce qu'ils deviennent ensuite.

a. Les matériaux destinés à servir à la nutrition sont toujours puisés dans le milieu ambiant : 1° soit en masse et d'abord soumis à certaines actions chimiques préparatoires dites digestives ; c'est au moins ce qui a lieu pour les matériaux solides, qui doivent préalablement être liquéfiés, ainsi qu'on le voit pour la plupart des animaux ; 2° soit directement dans le milieu

en effet une trop grande lacune. Avant de vouloir expliquer chimiquement les actes, même purement chimiques, qui se passent dans l'organisme, il faut d'abord connaître la substance organisée qui est le *substratum* des uns et des autres de ces actes. Entre les principes immédiats que la chimie extrait et les phénomènes dits vitaux, il y a l'état moléculaire des premiers, leur combinaison en certaine proportion, de manière à former une substance qui n'apparaît jamais autrement qu'à l'état de cellules, de fibres, etc., de substance liquide ou solide amorphe interposée aux précédents, dont les chimistes ne tiennent pas compte. Il résulte de là que, ne connaissant pas les propriétés inhérentes à ces diverses formes de la matière organisée, il reste dans l'économie un grand nombre de phénomènes dont ils ne peuvent s'expliquer l'existence qu'en admettant une force particulière chargée de les accomplir ; il y a des actes qu'ils sont eux-mêmes forcés d'abandonner à cette force hypothétique dite vitale, bien qu'ils s'accomplissent d'après des lois susceptibles d'être déterminées. Entre les phénomènes pouvant être directement étudiés par les moyens chimiques et les actes qu'ils attribuent à la force dite vitale, il y a cette substance en voie de rénovation moléculaire continue, de développement et de genèse, actes dont ils omettent de signaler les conditions d'accomplissement ; aussi cette lacune fait que les données empruntées à la chimie qu'ils introduisent dans la physiologie ne sont pas adoptées.

ambiant, pour les corps liquides, les sels en dissolution et les gaz ; c'est ce qui a lieu particulièrement dans les êtres les plus simples, surtout chez les végétaux unicellulaires. Ces derniers se combinent en quelque sorte directement avec le milieu ambiant dont ils décomposent certaines parties constituantes par leur puissance de combinaison assimilatrice lorsque ce milieu ne renferme pas tout formés les principes qui leur conviennent.

Quant aux principes qui pénètrent dans chaque élément anatomique de nos tissus, ils proviennent directement du plasma sanguin pour ceux de ces éléments qui sont en suspension dans ce liquide. Ils proviennent aussi de ce dernier, mais indirectement, en traversant les parois des capillaires lorsqu'il s'agit des éléments qui sont contigus à ces produits. Ils en dérivent aussi, mais plus indirectement encore, et de proche en proche par l'intermédiaire des éléments solides, amorphes ou figurés lorsqu'il s'agit de ces parties constituantes qui sont au contact des vaisseaux ; à proprement parler, c'est directement aux éléments qu'ils touchent que ceux qui sont éloignés des capillaires empruntent les principes qui les pénètrent lors de l'assimilation.

b. Les actes qui caractérisent l'arrivée de ces principes immédiats dans l'épaisseur des éléments anatomiques sont des phénomènes d'endosmose, se passant dans l'intimité de leur substance (1), mais plus ou moins modifiés par les propriétés chimiques mêmes des substances organiques qui concourent à former la matière des cellules ou des fibres. De là une appa-

(1) On a donné autrefois le nom d'*intus-susception à l'acte par lequel les matières qui doivent être assimilées sont introduites dans les corps organisés pour servir à la nutrition.* On voit d'après cela que, pour l'organisme pris en masse, ce mot ne désigne pas un phénomène autre que l'absorption qui s'opère dans l'intestin des animaux et à l'extrémité des racines ou à la surface des feuilles, des plantes. On voit aussi qu'appliqué aux éléments anatomiques, il ne désigne pas un phénomène différent de l'hygrométricité ou de l'endosmose, suivie d'assimilation nutritive, phénomène dont les lois sont actuellement connues. Avant de le connaître on cherchait à s'en rendre compte en le désignant d'une manière générale et indéterminée, par ce terme qui semble, en quelque sorte, indiquer dans l'être vivant une faculté volontaire chargée de l'opérer. L'expression *accroissement par intus-susception* est mise actuellement encore en opposition avec celle d'*accroissement par juxtaposition* dans la comparaison des êtres vivants avec les corps bruts, mais elle ne désigne pas non plus un phénomène distinct de celui de *développement* lorsqu'il s'agit des éléments anatomiques, ni de celui d'*accroissement* proprement dit, lorsqu'on envisage l'organisme entier (voy. p. 434, et suiv.).

rence d'intelligence dans le choix des matériaux qui pénètrent, plus grande encore que ce que nous expliquent les lois physiques de l'endosmose. C'est en vertu de ces propriétés seules que les éléments anatomiques s'emparent des principes avoisinant; mais dans cet emprunt se manifestent simultanément l'influence physique de l'endosmose et celle des propriétés chimiques de la matière organisée qui est le siége du phénomène.

Tout élément mis en rapport avec un liquide, dans lequel se trouve quelque principe susceptible de se combiner avec lui, s'en empare. L'élément prend donc, dans ce liquide qui exsude des vaisseaux, tout ce qui lui convient ou même ne lui convient pas, comme le montrent les empoisonnements, et il rejette ce qui ne peut plus servir. Il y a ainsi échange continuel d'une part, entre l'élément et les liquides sortis des vaisseaux, suivant la composition chimique de chacun d'eux, et d'autre part, entre les principes des éléments et ceux qui circulent dans les capillaires; le nerf forme du nerf, le muscle de la substance musculaire, etc. Chaque élément ne choisit ce qu'il fixe chimiquement que d'après sa composition immédiate, mais nullement d'après des propriétés électives *autres que celles qui dépendent de cette composition*, contrairement à ce que l'on a souvent supposé.

Ainsi il y a, de la part des éléments anatomiques par rapport aux plasmas, choix de tels et tels principes, en ce sens qu'il en est pour lesquels les éléments anatomiques sont imperméables si l'on peut dire ainsi; d'autres, au contraire, par lesquels ils se laissent pénétrer molécule à molécule; ces *substances organiques* entraînent avec elles, comme on sait, telle ou telle espèce de sels insolubles (1).

Les *principes cristallisables* ou volatils sans décomposition, tels que l'eau, les sels, etc., se combinent aussi en petite ou en grande quantité, faiblement ou énergiquement, selon qu'ils entrent en contact avec telle ou telle espèce d'élément; mais qu'ils soient utiles ou nuisibles, le phénomène n'a pas moins lieu. Dans ce dernier cas, ils empêchent les éléments anatomiques qui en sont pénétrés de manifester les autres phéno-

(1) Ch. Robin et Verdeil, *Chimie anatomique ou traité des principes immédiats*. Paris, 1853, t. III, p. 139 et 140.

mènes dont il va être question, ou troublent les actes propres à ces éléments. C'est ainsi qu'ils deviennent la cause de désordres dans tel ou tel appareil, parce que la régularité indispensable entre les actes de tous les tissus n'existe plus.

C'est à cette propriété des éléments anatomiques de se laisser pénétrer par tels ou tels principes immédiats qui se fixent à leur substance qu'est dû le fait de la soumission de nos pensées à toutes les conditions nouvelles résultant de changements accidentels survenant dans la composition du sang. C'est à elles que sont dues leurs modifications nécessaires et pouvant être déterminées à volonté toutes les fois qu'un corps absorbable ingéré dans l'intestin pénètre dans le sang et de là dans tous les éléments anatomiques susceptibles de le fixer chimiquement, et c'est ainsi que, modifiant la composition de celui-ci, il entraîne des changements inévitables dans leurs propriétés générales et spéciales.

Au fond, la nutrition ne diffère, dans les diverses espèces d'éléments anatomiques, que par sa rapidité, son énergie et par la nature des principes enlevés aux plasmas, selon la composition moléculaire des espèces d'éléments dont il s'agit. Dans ceux qui ont forme de cellules par exemple, les actes d'assimilation comme ceux de désassimilation, sont bien plus rapides et plus énergiques que dans les éléments qui offrent l'état de fibre et celui de tube.

La composition immédiate des éléments étant différente d'une espèce à l'autre, autant, sinon plus encore, que leur forme, leur structure, etc., chacun emprunte molécule à molécule, au plasma ou même aux cellules qui l'avoisinent, des principes différents en rapport avec sa propre composition. Il y a, dans cet acte assimilateur, pénétration de certains principes à l'exclusion de certains autres, ce qui a fait souvent employer les termes très-expressifs de *choix de matériaux nutritifs* de la part des éléments anatomiques. Mais il faut savoir aussi que c'est au figuré seulement qu'on dit qu'ils écartent et repoussent certains principes, car il y a seulement non pénétration de ces matériaux. Dans cette pénétration, il y a incontestablement endosmose physique d'abord, puis ensuite union moléculaire des principes qui sont entrés.

Beaucoup des éléments, qui sont le siége de la pénétration molécule à molécule des principes immédiats, sont des corpuscules pleins et non vésiculeux c'est-à-dire composés d'une paroi solide distincte d'un contenu liquide. Ce phénomène est donc analogue ici à ceux dits d'hygrométricité, ayant lieu dans des substances homogènes, sans orifices ni conduits microscopiques; les phénomènes d'endosmose et d'exosmose des expériences physiques ne s'éloignent de ceux d'hygrométricité naturelle que par leur résultat; celui-ci est une suite des différences de nature existant entre les liquides ou les gaz observés, et de leur disposition mécanique par rapport à la membrane homogène qui les sépare; mais, en fait, le phénomène de la transmission des liquides molécule à molécule au travers de la membrane d'un endosmomètre est analogue à celui dont nous venons de parler à propos des éléments anatomiques (1).

Le phénomène précédent, porté à l'excès, amenant la pénétration en excès des matériaux venus du dehors, nous représente à l'état d'ébauche le fait de l'*absorption;* mais cet acte ne prend toute son extension, ne devient nettement caractérisé que dans les tissus et encore dans certains d'entre eux qui offrent des dispositions spéciales favorisant cet excès (présence de réseaux sanguins emportant les principes à mesure qu'ils pénètrent); et cela, soit qu'il s'agisse de liquides ou de gaz arrivant du dehors directement, ou par l'intermédiaire d'une cavité

(1) Pour l'examen des faits précédents étudiés en tenant compte des principes immédiats eux-mêmes, et non encore de la substance organisée, voyez *Traité des principes immédiats*, t. I, p. 202 à 210, et p. 267 à 272. On voit, d'après ce qui précède, que dans le trajet des liquides au sein des tissus et des éléments anatomiques, la notion de transmission au travers de la substance homogène des fibres et de la paroi des cellules ou des tubes, par échange moléculaire, caractérisant l'endosmose, doit remplacer l'hypothèse de l'existence d'un grand nombre de petits trous, conduits ou *pores* pour le passage de ces fluides; cette notion doit en un mot être substituée à l'hypothèse de la *porosité* anciennement admise pour se rendre compte de phénomènes dont les conditions d'accomplissement ne pouvaient alors être connues. On voit pourtant des auteurs modernes se servir encore des expressions de *porosité des tissus*, de *membranes poreuses des cellules;* cependant, depuis la découverte des lois de l'endosmose (Dutrochet, 1826), on connaît l'inexactitude de ces termes. Depuis lors également on a fait application des lois de la pénétration et transmission par union successive molécule à molécule de la substance liquide ou dissoute qui traverse à la substance qui est traversée lorsqu'il s'est agi d'interpréter les phénomènes physiques de la nutrition (voy. Gerber, *loc. cit.*, 1840, p. 5 et 6; Henle, *loc. cit.*, 1843, t. I, p. 207, etc).

du corps de l'animal ; soit au contraire qu'il s'agisse des liquides ou des gaz, d'une cavité close naturelle ou accidentelle de ce dernier, ce qui caractérise le cas particulier dit *résorption*.

c. Une fois ces principes immédiats *entrés dans la substance organisée*, dans chaque élément anatomique, il importe de voir ce qu'ils deviennent. Or ils ne restent point inactifs, car ceux qui sont d'origine minérale jouent un rôle comme condition d'existence de ceux qui sont d'origine organique ou ils s'échappent bientôt tels qu'ils étaient entrés ; mais seulement ils ne s'échappent plus alors avec les substances organiques auxquelles ils avaient servi de véhicule ou qui, au contraire, les avaient entraînés s'ils étaient insolubles, car celles-ci restent dans l'économie. Ils sortent au contraire avec les principes cristallisables, qui sont de nouvelle formation, d'origine organique en un mot, produits aux dépens des substances coagulables et accessoirement de ces principes d'origine minérale même. Ceci nous conduit, par conséquent, à examiner ce que sont dans la substance organisée les principes qui restent et ceux qui en sortent.

ARTICLE III. — CHANGEMENTS OFFERTS DANS LA SUBSTANCE ORGANISÉE PAR LES PRINCIPES IMMÉDIATS OU PHÉNOMÈNES QUI CARACTÉRISENT L'ASSIMILATION.

Dans l'étude des actes moléculaires accomplis dans l'intimité de chaque élément anatomique par les *principes immédiats* qui y restent au moins pendant un certain temps, nous devons voir comment ils s'y forment, étudier les phénomènes de cette formation et comment ils en disparaissent.

a. La formation assimilatrice de principes immédiats dans les éléments anatomiques (les cellules principalement), pouvant ensuite sortir au même état ou après s'être dédoublés, etc., est surtout frappante dans les éléments des glandes, dans diverses conditions morbides spécialement. Telle est la production de granulations graisseuses en quantité plus ou moins grande au sein de beaucoup de cellules, de fibres, etc., ou, au contraire, la disparition de granulations analogues, celle du

contenu des vésicules adipeuses dans l'amaigrissement morbide; telle est encore le passage à l'état d'hématoïdine dans l'épaisseur d'un grand nombre d'espèces de cellules à la suite de la pénétration de l'hématosine du sang épanché lors des hémorrhagies pulmonaire, cérébrale, splénique, etc. (1).

En outre, un fait des plus importants relatifs à la nutrition est que les substances organiques qui entrent dans la composition immédiate de chaque élément n'arrivent pas toutes formées à cet élément, et ne se produisent point dans les humeurs, telles que le sang, qui servent à la nutrition (voy. p. 14 et 184).

Au contraire les substances organiques, telles que la musculine, l'élasticine, etc., propres à chaque espèce de cellule, de fibre, etc., ne peuvent être trouvées nulle part en dehors de ces éléments dont elles sont la partie constituante fondamentale. Or, dans ces cellules, fibres, etc., à mesure qu'a lieu la décomposition désassimilatrice de leur substance organique propre, on voit se reformer celle-ci à l'aide des principes assimilables qui arrivent à l'élément; en même temps, aux molécules régénérées se fixent certaines proportions des sels et d'autres principes qui existent tout formés dans le blastème et qui sont nécessaires à la constitution de la matière organisée de chaque élément.

(1) Les phénomènes dont il est ici question sont les actes moléculaires intimes qui caractérisent essentiellement l'*assimilation*. Ce mot est très-ancien et généralement toujours en un sens très-précis. *Assimilatio* ὁμοίωσις, dicitur nutritionis, quando id quod nutrit alteratur et ei, quod nutritur, simile fit (Castelli, *Lexicum medicum*. Genevæ, 1746, in-4, p. 85). Schwann, le premier, a nettement apporté aux éléments anatomiques animaux le phénomène de l'assimilation jusqu'alors examiné d'une manière générale en prenant en considération tout l'organisme ou tel ou tel tissu seulement. Il a montré que les cellules (éléments en général) en sont le siége en réalité. C'est à la physiologie des éléments mais non à celle des parties complexes, que ces derniers composent par leur réunion, que se rattache l'étude de cet acte de la nutrition. Schwann, ne connaissant pas à cette époque la nature des actes moléculaires ou chimiques dits catalytiques qui caractérisent l'assimilation dont il est question plus loin, leur donna le nom de *phénomènes métaboliques* (du mot μεταβολή, changement, anciennement usité en médecine pour désigner le changement d'un état morbide en un autre, etc., *quod mutatur de specie in speciem*); il appela *force métabolique* la force supposée particulière, qui fait que les cellules changent chimiquement en cytoblastème les matières qu'elles prennent (Schwann, *loc. cit.*, 1838, in-8, p. 134). Mais il n'y a pas là de force spéciale et nouvelle; ce ne sont que des actes chimiques ordinaires se passant dans les conditions particulières et complexes que représente l'état d'organisation de la matière.

On voit donc se répéter d'une manière incessante dans la nutrition de chaque espèce d'élément le phénomène de la formation des substances organiques fondamentales propres à chacun d'eux, comme on le voit se manifester à l'instant de la genèse primitive de cet élément.

On se rend compte d'après cela, comment il se fait que les éléments anatomiques, tant cellules que fibres, tubes, etc., sont toujours de composition immédiate différente de celle du plasma dans lequel ils naissent et aux dépens duquel ils se nourrissent. Cette différence de composition, à son tour, par suite des affinités diverses, mais énergiques, que présente chaque *substance organique* pour les composés cristallisables ou volatils, nous explique comment les éléments empruntent aux plasmas certains principes qui s'y trouvent en petite quantité, et ne contiennent rien ou que des traces de certains autres qui, au contraire, abondent dans les humeurs.

Cet ensemble de phénomènes, dont les corps bruts ne nous offrent pas d'exemple, est la base de toute interprétation de ces actions nutritives dites mystérieuses et pour l'explication desquelles on a imaginé de considérer la vie comme une force distincte de la matière organisée, venant influencer les actes même de celle-ci et y présider. Il ne faut pas suivre non plus l'exemple des auteurs qui font hypothétiquement exercer par les diverses propriétés de la matière organisée une influence *sur la vie*, qu'ils ont ainsi personnifiée pour se rendre compte des actes de cette substance, actes qui autrement restent incompréhensibles pour eux, parce qu'ils ne connaissent pas celle-ci d'une manière aussi intime qu'il est nécessaire (1).

(1) On peut dire que depuis Schwann, aucun histologiste n'a employé le mot *assimilation* avec sa signification générale, et qu'il est difficile d'en trouver deux qui aient donné le même nom aux phénomènes moléculaires ou chimiques qui la caractérisent essentiellement. Ainsi, Gerber leur donne le nom de *transformation* et de *métamorphoses des matières organiques*. Il est aussi le premier dans lequel se trouve le mot allemand *Stoffwechsel* appliqué à ces phénomènes (*Organischer Stoffwechsel*); mais il le prend dans le sens de *passage d'un état à un autre* (*changement* de matière), qui est le sens principal de ce mot dans la langue allemande (Gerber, *loc. cit.*, 1840, in-8, p. 7 et 8), tandis que d'autres (Kölliker, *Éléments d'histologie humaine*, Paris, 1855, in-8, trad. franç., p. 52), l'ont pris dans son deuxième sens (*échange* de matière), qui se rapproche davantage du sens général donné au mot *nutrition*, quand on ne se préoccupe pas des phénomènes chimiques intimes de celle-ci. Ces remplacements d'un terme par

b. Les *phénomènes de la formation* des principes immédiats propres à chaque espèce d'élément sont des actes moléculaires ou chimiques qui ont lieu au moment de la fixation des matériaux dans la cellule, la fibre, etc., ou au moment où les éléments chimiques d'une espèce de principe changent d'état moléculaire pour former une autre espèce. C'est ainsi que, du moment de leur entrée jusqu'à celui de leur sortie, les matériaux introduits passent successivement, durant l'assimilation, par une série d'états différents qui constituent autant de composés d'espèces distinctes, quoique analogues, et de plus en plus compliqués.

Il n'y a pas non plus un mode unique et absolu de phénomènes caractérisant la formation des principes immédiats, comme la combustion, par exemple, etc.

Loin qu'il y ait dans l'assimilation et la désassimilation un même genre de phénomènes chimiques, il y en a plusieurs : toujours et naturellement ils sont en rapport, soit avec les

un autre sont causés par l'omission d'une chose d'importance capitale en fait et en principe dans l'étude des corps organisés : c'est que nul phénomène d'ordre vital n'existe sans reconnaître pour condition d'accomplissement : 1° des phénomènes chimiques, dont aucun pourtant ne peut être assimilé ni confondu avec l'acte spécial aux êtres organisés, de l'existence duquel ils sont la condition nécessaire. C'est ainsi que les phénomènes d'assimilation ont reçu les noms d'*emprunt de matière*, *d'absorption* même et de *métamorphose* ou *transformation des principes* (termes particulièrement inexacts), selon que les auteurs avaient en vue plus spécialement les actions physiques d'endosmose ou les phénomènes chimiques, tels que changements isomériques et autres actes chimiques qui caractérisent l'assimilation. Ces termes sont inexacts en ce que, dans ce qu'ils appellent *métamorphose des principes*, il y a passage d'un état spécifique à un autre sans que jamais le composé qui a ainsi changé d'état redevienne semblable à ce qu'il était ou reproduise un corps semblable à lui. Or, on sait que tel est, au contraire, le cas des animaux pour lesquels les mots *transformation*, *métamorphose*, ont été créés; parce que malgré leurs passages d'une forme à une autre avec création de parties nouvelles, malgré leurs changements de configuration, ils finissent toujours par reproduire un être semblable à eux. L'expression d'*emprunt de matière* n'est pas moins inexacte; car ce qui caractérise l'emprunt et le différencie de l'assimilation complète ou proprement dite, c'est la restitution intégrale de la matière prise ou reçue. Or, dans la nutrition, ces principes immédiats qui sont rendus, rejetés par désassimilation, ne sont point semblables à ceux qui ont été pris, ni même à ceux qui restent et aux dépens desquels ils se sont formés. Les principes d'origine minérale sont rejetés, il est vrai, tels qu'ils avaient été attirés; mais ils ne sont pas ceux dont l'expulsion caractérise essentiellement la désassimilation. Ils ne sont qu'accessoires à côté de ceux qui se forment dans l'organisme même et sont expulsés ensuite : accessoires non toujours quant au poids, mais au point de vue de la formation désassimilatrice des principes (voyez la note, p. 495).

conditions dans lesquelles se passe l'acte, soit plus souvent avec la nature moléculaire des corps qui sont en jeu.

Dans l'assimilation, les uns appartiennent aux actions chimiques proprement dites, et ce sont surtout les corps d'origine minérale qui entrent alors en activité (1). Ce ne sont : 1° généralement que des actes de dissolution (assimilation des chlorures, sulfates alcalins, etc.) ; 2° très-rarement ce sont des combinaisons ou unions fixes, et elles ne sont jamais définies quant aux proportions (union du phosphate de chaux à l'osséine au moment de la formation de celle-ci durant l'ossification, etc.).

Quant à la formation assimilatrice des substances organiques azotées propres à chaque espèce d'éléments anatomiques, elle peut comprendre suivant chaque circonstance observée : 1° des actes de combinaison des amides aux corps gras, dont il a déjà été question page 34 et suivantes ; 2° des phénomènes de fixation et de perte d'un ou de plusieurs équivalents d'eau de constitution sans variation des quantités d'azote et de carbone (*hydratation*, *déshydratation chimiques*) ; 3° des actes de combinaisons polymériques, c'est-à-dire de l'un des composés précédents, ou de quelque composé ternaire hydro-carboné, avec un deuxième équivalent du même composé, ou avec un équivalent de l'un de ses isomères, qu'il y ait ou non en même temps hydratation ou déshydratation ; 4° enfin des actes de simples modifications isomériques ou d'arrangement moléculaire intime dans chaque composé, sans perte ni acquisition d'eau (2).

L'assimilation, en rendant les principes introduits semblables à ceux déjà existants, a essentiellement pour résultat de faire passer les principes cristallisés à l'état non cristallisable, et cela, soit par dissolution, soit par union aux substances organiques, soit par formation de ces substances.

(1) Voyez *Traité de chimie anatomique*, Paris, 1853, t. I, p. 211 à 233, p. 272 à 277, et p. 502 à 518. C'est cette conversion d'un principe en un autre principe d'après les lois de la chimie, que les anciens auteurs appelaient *transmutation* (μεταλλαγη), terme qu'ils employaient surtout lorsqu'il s'agissait de la conversion d'une chose en une autre plus parfaite. Ils la considéraient comme un acte moléculaire car ils admettaient qu'elle se passe *inprima materia*.

(2) Les trois premiers de ces ordres de phénomènes sont ceux que j'ai autrefois appelés *catalyses combinantes* (*loc. cit.*, 1853), quant au dernier c'est la catalyse isomérique des chimistes du temps de Berzélius.

Ce mode d'union, particulier aux êtres vivants, est encore peu étudié. En même temps qu'il a pour résultat de rendre non cristallisables des corps définis et ne s'unissant habituellement entre eux qu'en proportions fixes et déterminées, il a pour résultat plus important de les rendre susceptibles de s'unir en proportions indéfinies aux substances organiques. Ce fait permet à ces substances, soit seules, soit unies aux principes minéraux, de remplacer la portion de leur propre matière abandonnée par l'élément anatomique au moment même où a lieu cet abandon, et cela sans dislocation moléculaire de toute la substance, contrairement à ce qui a lieu dans le cas de combinaison et de décombinaison chimiques de la matière brute. Quant aux matériaux introduits du dehors qui ne sont pas cristallisables, qui ont déjà vécu, l'assimilation ne fait autre chose que les rendre semblables de nouveau, non pas à ce qu'ils étaient dans l'être où a eu lieu leur formation et d'où ils proviennent, mais aux *substances organiques* qui préexistent dans l'organisme qu'ils pénètrent.

c. Les principes qui composent essentiellement la substance organisée de chaque élément anatomique disparaissent ou se décomposent sur le lieu même où ils se sont produits, tandis que ceux que nous venons de voir plus haut, empruntés au plasma sanguin, ne disparaissent, au moins en partie, qu'en formant ceux dont il est question en ce moment. Or, ceux-ci, par leur décomposition désassimilatrice, deviennent autant de matériaux d'origine pour la formation d'autres espèces de principes, qui sont ceux de la deuxième classe et qui sortent de l'économie (1). L'examen de ce que deviennent dans la substance de chaque élément anatomique les principes qui les composent essentiellement, qui se sont produits en eux et qui

(1) Cette formation et cette sortie de principes cristallisables qui caractérise essentiellement la *désassimilation* est ce que quelques médecins modernes appellent *dénutrition*. En cela ils commettent une double erreur; ils semblent en effet ne pas savoir que le mot *désassimilation* est depuis longtemps employé pour désigner ce fait; en outre, comme il n'y a pas de désassimilation sans assimilation correspondante simultanée (quel que soit le *minimum* auquel celle-ci puisse être réduite), sans quoi il n'y aurait plus du tout de nutrition, sans quoi il y aurait mort, le mot *dénutrition* ne peut être synonyme de désassimilation. Il ne peut tout au plus que signifier nutrition troublée, atrophique par exemple, c'est-à-dire avec excès de la désassimilation sur l'assimilation.

se décomposent sans en sortir tels qu'ils s'y étaient formés, nous conduit ainsi à l'étude de ceux qui sortent, et d'abord à celle du mode de leur apparition.

ARTICLE IV. — DÉSASSIMILATION OU DÉCOMPOSITION ET ISSUE DES PRINCIPES DE LA SUBSTANCE ORGANISÉE.

Dans l'étude des actes élémentaires accomplis pendant la nutrition par les principes immédiats qui sortent de la substance organisée, nous avons à chercher : 1° comment ils se forment au sein de celle-ci, 2° les phénomènes de leur issue, et 3° ce qu'ils deviennent une fois sortis du corps pour rentrer dans les milieux extérieurs, ce qui ferme le cercle de l'étude de la nutrition.

a. La *formation des principes qui sortent* a lieu aux dépens surtout de ceux qui se sont produits dans la substance organisée elle-même, de ceux qui la constituent essentiellement, et ce sont, comme on le sait, les *substances organiques* ou principes coagulables (1) ; ils s'échappent à l'aide du véhicule représenté par ceux des principes immédiats qui s'éliminent tels qu'ils étaient entrés. Il y a de la sorte dans la substance organisée dissolution de certains des principes qui étaient combinés avec les substances organiques, et dédoublement (2) de celles-ci qui passent à l'état de principes cristallisables, fait qui caractérise particulièrement la désassimilation.

Nous avons vu (p. 34 et 498) qu'il y a des principes immédiats non cristallisables, qui résultent de la condensation en une seule molécule de plusieurs molécules d'un seul composant ou de plusieurs qui sont isomères, comme le sont divers sucres.

(1) C'est sur une notion précise de ces faits que repose l'exacte interprétation d'un grand nombre d'affections organiques. Leur importance montre combien il est nécessaire de bien connaître toutes les propriétés des principes non cristallisables, ceux au sein desquels ont lieu principalement les phénomènes d'assimilation et de désassimilation ; combien il est nécessaire aussi de prendre en considération les différences qui les séparent des principes cristallisables d'origine organique ou rejetés et excrétés, puisqu'il n'y a dans l'urine, et dans la sueur, comme principes caractéristiques que des composés de cet ordre, tandis que le sang et la plupart des autres humeurs sont essentiellement composés par des espèces de principes coagulables.

(2) Voy. Ch. Robin et Verdeil, *Chimie anatomique*, 1853, t. I, p. 215, etc.

Pour ces composés polymères la désassimilation consiste souvent en l'abandon successif d'un ou de plusieurs équivalents des composants, cristallisables ou non, avec ou sans fixation ou perte d'eau ; elle consiste parfois en un dédoublement de tel ou tel de ceux-ci en corps plus simples analogues à ceux qui ont lieu lors du dédoublement de la glycose et de la galactose en acide lactique.

Dans les substances non cristallisables azotées, animales ou végétales (p. 35), les actes chimiques désassimilateurs qui ont pour résultat la formation des principes cristallisables d'origine organique, sont aussi des phénomènes de dédoublement de ces corps complexes en leurs composants. Ainsi se forment dans les éléments qu'elles constituent, principalement l'urée, la créatine, la glycollammine, la leucine, la tyrosine, et autres amides qui, en raison de leur solubilité et de leur propriété osmotique très-prononcée, s'échappent aisément hors du lieu de leur formation pour passer et s'échapper par le rein. Ainsi deviennent libre, d'autre part, leurs autres composants ternaires appartenant, soit au groupe des principes sucrés ou glycosiques, comme dans le cas du dédoublement de la chondrine et de la chitine, soit au groupe des principes graisseux. On sait en particulier qu'on obtient aisément ceux-ci en soumettant les substances organiques azotées à l'action des agents oxydants. On comprend, de plus, comment, ainsi formés normalement ou non, ils restent à l'état de gouttes ou de granules microscopiques sphéroïdaux, dans l'intimité des cellules ou des fibres, lieu de leur formation, en raison de leur insolubilité et non miscibilité aux *albuminoïdes* prédominant dans la substance de celles-là. De là certainement une des causes du facile passage naturel ou accidentel des éléments anatomiques à l'état granuleux (voy. p. 82 et 269). Ce passage des éléments à l'état granuleux semble donc être le résultat de l'un des actes les plus brutalement chimiques de ceux qui ont lieu dans l'économie, normalement et pathologiquement.

Les phénomènes chimiques désassimilateurs peuvent être enfin semblables à ceux dont la matière brute est le siége ; alors ce sont ordinairement des principes d'origine minérale qui sont en jeu. Ces actes sont : 1° des actes de dissolution

(passage à l'état liquide des calcaires, phosphates, etc.); 2° plus rarement des unions fixes et définies, mais cependant plus souvent que dans le cas précédent (formation du phosphate ammoniaco-magnésien, des lactates, etc.); aussi nous voyons la désassimilation tendre à ramener les matériaux de la substance organisée vers la fixité dans la constitution, et vers l'état défini des proportions qui caractérise les corps minéraux (1).

On voit que la désassimilation, en rendant les principes dissemblables de ceux qui existent encore, résulte essentiellement du passage des principes non cristallisables à l'état de principes pouvant cristalliser, ou volatils sans décomposition. C'est un retour vers l'état primitif, qui est à peu près complet pour les principes minéraux, mais qui, pour les substances organiques, n'est pas le même. Nous avons vu se former à leurs dépens des corps nouveaux constitués par l'union en proportion définie de leurs éléments. C'est sous ce dernier rapport, et par l'état cristallin ou celui de volatilité sans décomposition, qu'ils sont semblables aux corps d'origine minérale; mais ils en diffèrent par la complexité de leur composition, qui entraîne leur peu de stabilité comparativement à la majorité des corps d'origine minérale. Aussi, pour revenir jusqu'à leur état primitif,

(1) Pas plus que le mot *assimilation*, le mot *désassimilation*, qui est très-ancien dans toutes les langues, n'est employé par les auteurs d'anatomie générale à propos de l'étude des éléments anatomiques qui sont pourtant celles des parties du corps qui sont le siége réel de la nutrition. Les phénomènes de désassimilation ont reçu les noms de *restitution de matière* et même de *sécrétion*, selon que ces auteurs avaient en vue plus spécialement, soit les actes chimiques de dédoublements chimiques, de dissolution, etc., soit les phénomènes physiques d'exosmose qui s'opèrent simultanément dans la désassimilation. Cela tient à ce que l'un ou l'autre de ces ordres d'actes était considéré faussement comme existant seul, ou représentant tout le phénomène qui n'aurait rien au fond de spécial aux corps vivants; mais nous avons déjà vu plus haut (p. 496-497, en note) que l'expression *restitution de matière* n'est pas exacte. En effet, les principes qui sont rejetés n'étant point semblables à ceux qui ont été pris par les éléments anatomiques, mais s'étant produits dans leur épaisseur et différant à la fois de ceux-là et de ceux aux dépens desquels ils se sont formés, ce n'est point là une *restitution*. C'est très-réellement une *formation* suivie de l'expulsion de principes nouveaux d'*origine organique*, différents de tous ceux qui restent dans la substance de l'élément anatomique. Quant aux principes d'origine minérale, rejetés tels qu'ils sont entrés, il est manifeste qu'ils sont accessoires à côté de ceux d'origine organique, comme le montrent les quantités d'urée, de créatine, de créatinine et d'urates dans l'urine à côté des chlorures, sulfates, etc., et ainsi des autres dans la sueur, etc.

faut-il qu'ils éprouvent au dehors une série d'autres décompositions, qui sont alors purement chimiques, tant par les conditions dans lesquelles elles ont lieu que par la fixité des produits.

L'excès de ces actes désassimilateurs sur ceux d'assimilation, conduisant à la formation et à l'issue en excès de certains principes immédiats, nous représente à l'état d'ébauche le fait de la *sécrétion;* mais cet acte ne prend toute son extension que dans les tissus, et encore dans certains d'entre eux, tels que les *parenchymes* glandulaires offrant une texture spéciale qui favorise cet excès de formation ; celle-ci a lieu à l'aide et aux dépens de matériaux venus du dedans, et ses produits sont rejetés, soit directement au dehors, soit plus ordinairement dans quelque cavité, close ou non, de l'être organisé.

b. Une fois formés, les principes immédiats sortent de l'économie, et les *phénomènes ou le mode de leur issue* sont les suivants. En même temps que pénètrent molécule à molécule certains principes, il en sort d'autres de l'épaisseur de l'élément comme s'il était creux, de même que nous le voyons dans les expériences d'endosmose. Cette issue exosmotique qui a lieu pour les gaz et pour les liquides, ainsi que le montrent les cellules rouges du sang, est la condition physique d'existence de la désassimilation, comme l'endosmose de l'assimilation (1).

C'est par cet ensemble de phénomènes qu'a lieu le renouvellement incessant de la substance des éléments de tous les tissus. Mais en même temps on voit pour chaque espèce de cellules, pour celles des produits en particulier, tels que les épi-

(1) Pour tous ces phénomènes et les suivants examinés surtout sur les principes immédiats mêmes, voyez *Traité de chimie anatomique*, t. I, p. 242 à 258, 277 à 283, 444, à 463 et 511 à 521. La force supposée par laquelle les substances se séparaient des autres et se rendaient du centre d'une masse en décomposition à la superficie, était la *force épipolique* des anciens chimistes. Le phénomène recevait le nom d'*épipolase* ἐπιπολασις (de ἐπιπολάζω, je surnage). Quelques chimistes, physiciens et physiologistes désignent par le nom de *force épipolique* l'action par laquelle, dans l'économie, une substance se sépare de l'intimité d'un tissu ou d'une humeur (au sein desquels elle n'était pas perceptible d'abord) pour se montrer au dehors et y séjourner, ou pour être rejetée. Ce n'est point là une force particulière; les actes qu'on cherche à expliquer par cette hypothèse sont, les uns, des phénomènes physiques d'*exosmose*, les autres sont des actes de *désassimilation*, tels que ceux dont il est ici question, ou enfin se rattachent à leurs dérivés dits actes de *sécrétion* et d'*excrétion*.

cellules, de leur atrophie ou de leur régénération, selon les cas (1).

D'une variété à l'autre des épithéliums, les phénomènes essentiels de la nutrition offrent des différences, car on voit que c'est dans leur épaisseur que se forment les principes caractéristiques de chaque mucus et de quelques autres sécrétions, par les changements que subissent dans les cellules épithéliales glandulaires les substances qu'elles prennent au sang. Nous voyons là isolément dans les cellules les actes élémentaires des sécrétions, ce qui nous conduit ainsi à saisir nettement la nature et le mécanisme de chacune de celles-ci. En sens inverse, cette étude donne la clef de la théorie de l'absorption, lorsqu'au lieu d'arriver du dedans pour passer au dehors à travers les cellules, les principes immédiats viennent du dehors pour se rendre dans l'épaisseur des tissus, ou dans le plasma des capillaires lymphatiques et sanguins les plus superficiels.

c. Les principes immédiats formés par désassimilation et rejetés au dehors disparaissent, soit en rentrant dans le milieu extérieur et y restant tels qu'ils y sont arrivés, soit en s'y décomposant. Mais ces phénomènes ne sont plus du fait de la nutrition et ont été traités ailleurs dans l'histoire des principes immédiats à laquelle ils appartiennent directement (2).

Ainsi qu'on le voit, la nutrition ne s'accomplit que par ce qu'il y a de renouvelable et de destructible dans la substance organisée par ce qu'il y a de peu stable dans les principes immédiats. Ces derniers représentent ce que les métaphysiciens appelaient les formes invisibles et impalpables qui soutiennent et vivifient l'organisme, comme la nutrition est leur principe supérieur *au devenir*, qui est l'acte le plus simple et

(1) Cette énergie de la propriété de nutrition dans les cellules nous rend compte d'un phénomène dont elle est la condition d'existence. C'est que nul tissu principalement formé de fibres ne se développe et ne se régénère avec une rapidité égale à celle des tissus composés de cellules; c'est que nul tissu fibreux morbide ne s'accroît et ne se multiplie aussi vite que les tumeurs dues à une accumulation de cellules. La lente régénération des dépendances fibrillaires des cellules, qui souvent l'emportent quant à la masse sur celles-ci, exige en effet la régénération préalable de ces derniers (voy. p. 400 et suiv.).

(2) *Chimie anatomique.* Paris, 1853, t. I, p. 283 à 291 et 521 à 529.

fondamental de la vie en même temps que la cause de la durée de l'être.

On voit aussi que c'est pour n'avoir pas connu chimiquement les actes de *formation* des principes immédiats par combinaison et par décombinaison qu'on a confondu la *nutrition* avec la *génération*. La nutrition, en effet, n'est pas une *génération continue*, mais une *rénovation continue* par formation incessante de principes immédiats ou composés chimiques. C'est par cet ordre de connaissances qu'on s'élève au-dessus de tout ce symbolisme générateur qui masquait la réalité en englobant sous un même ordre d'abstractions des actes très-distincts (1).

Nous savons, en effet, qu'entre la nutrition et la génération ou genèse en tant que phénomène se passant dans les corps organisés, il y a le développement que permet la première sans se confondre avec ce dernier. Il y a là une série d'actions qui se succèdent sans interruption, mais qui n'en sont pas moins distinctes et qui ne sauraient être confondues sans conduire à des erreurs graves. C'est ainsi, par exemple, que l'atrophie sénile ou morbide de la substance organisée ne saurait être le fait d'une génération continue, car le propre de la génération est la multiplication et non la diminution.

ARTICLE V. — VARIÉTÉS ET PERTURBATIONS DE LA NUTRITION.

La nutrition est un phénomène qui, comme tous les actes qui se passent dans la substance organisée, offre une *constante* et des *variables*. Ce qu'il y a de constant dans la nutrition peut, ainsi que nous l'avons vu, se formuler ainsi : acte de

(1) Si, confondant la pénétration endosmotique, la fixation et la formation de principes immédiats dans les éléments anatomiques avec le fait de la génération, on voulait considérer la nutrition comme une génération continue, on ne pourrait également le faire sans erreur tant que l'on ne tiendrait pas compte de la *formation* décomposante et désassimilatrice et de l'issue des principes immédiats ; la désassimilation est en effet dans la nutrition un acte aussi important que l'assimilation, plus caractéristique encore que cette dernière, car elle est également caractérisée par une *formation* d'espèces chimiques, mais différentes de celles qui sont formées dans l'assimilation. Or si dans la genèse il y a une formation de principes qui est comparable à celle qui caractérise l'assimilation (voy. p. 185) la génération n'offre rien qui puisse être comparé à la formation désassimilatrice, ni qui puisse en rendre compte (voy. la note, p. 499).

combinaison et de décomposition simultanées que présente d'une manière continue et sans se détruire la substance organisée.

La combinaison, l'acte de composition caractérise l'assimilation, la décombinaison ou acte de décomposition caractérise la désassimilation ; ces deux actions oscillent autour d'une ligne régulière sans presque jamais la suivre exactement. Aussi, en se reportant à chacun des phénomènes élémentaires, soit physiques, soit chimiques, qui sont liés aux précédents et dont il a été question plus haut, on sent combien sont nombreux les troubles, les variétées accidentelles que peut présenter le plus simple (1) des actes d'ordre organique, selon les conditions dans lesquelles se trouvera la substance qu'escortent ces qualités.

(1) En voulant expliquer ce qui se passe hors de nous par ce que nous ressentons, beaucoup de médecins ont désigné et désignent encore l'excès et l'aberration des propriétés végétatives de la substance organisée par les termes *excitation* et *irritation*, *excitabilité* et *irritabilité* qui ont servi de tout temps à désigner les perturbations de l'innervation et de la contractilité ; perturbations qui surviennent lorsque les éléments nerveux et musculaires se trouvent dans des conditions qui diffèrent en quelque point de celles qui sont nécessaires pour qu'ait lieu la manifestation régulière de leurs propriétés spéciales. En fait, par ces mots qu'on a souvent dits ne désigner qu'une entité, Broussais indiquait l'augmentation ou l'aberration des propriétés élémentaires des tissus (nutrilité, évolutilité, natalité, contractilité et névrilité) dont la nature et le siége dans tel ou tel élément anatomique n'étaient pas encore précisés. Lorsqu'il dit : l'irritation est la modification primitive, moléculaire et invisible à nos sens, imprimée au tissu vivant par le contact du *modificateur externe* (ou *excitant*), il représente ainsi la cause, inconnue alors, quoique réelle, des phénomènes ultérieurs dont le tissu stimulé est le siége ; il est manifeste qu'il s'agit alors de la propriété de nutrition. Lorsque, par le mot irritation, il désigne les phénomènes mêmes qui succèdent à cette modification moléculaire primitive, et qui se manifestent par un état matériel particulier d'œdème, d'hypertrophie, de la production de pus ou de tumeur, de trouble circulatoire capillaire (inflammation), etc., il est évident qu'il ne donne pas un sens nouveau au mot, mais qu'il s'agit alors d'un trouble dans le développement et la naissance des éléments anatomiques, ou dans la contractilité des capillaires, etc. Cet excès ou ce trouble des propriétés inhérentes aux éléments anatomiques sont déterminés : 1° soit indirectement par une modification du milieu où nous vivons ; 2° soit par un changement survenu graduellement dans la substance même de ces éléments ou du sang ; 3° soit subitement par introduction de quelque principe immédiat naturel ou accidentel (*irritant*) dans le fluide sanguin servant d'intermédiaire à ce milieu et aux solides de l'économie, dont l'état moléculaire est ainsi modifié consécutivement. Ce sont ces *modificateurs* qui, de nos jours, ont de nouveau été appelés *moyens d'excitation* de l'*irritabilité nutritive* et de l'*irritabilité formative*, par les auteurs qui admettent avec Broussais une *irritation nutritive*, une *irritation formative* et des *irritations inflammatoires* (voy. Virchow, *Pathologie cellulaire*, trad. franç. Paris, 1861, in-8, p. 245, 247, 256, 332, etc.).

Il faut surtout ne jamais oublier que chacun des actes précédemment indiqués, aussi bien que ceux dont il a été déjà question, diffère un peu dans chaque espèce d'élément anatomique, selon sa composition immédiate et sa structure, et cela, soit quant à sa durée, la fixité des combinaisons des principes immédiats assimilés, etc. Ce sont là autant de faits que l'on doit toujours avoir présent à l'esprit, et dont il faut posséder une exacte notion si l'on veut arriver à se rendre compte de la nature réelle de l'un quelconque des actes complexes dont l'économie est le siége (1).

En anatomie, plus encore qu'en chimie, au delà des états de la matière apercevables à l'œil nu ou au microscope, il est des états moléculaires particuliers, invisibles, différents de ce qu'ils sont à l'ordinaire dans les éléments anatomiques. Les réactions chimiques, les caractères de consistance, de coagulabilité, ainsi que les propriétés d'ordre organique comparées aux mêmes caractères de ces corps placés dans des conditions spéciales, normales ou morbides, montrent en effet des changements dans ces propriétés; comme ils sont survenus sans que la forme ni même la structure des éléments soient changées, il est bien manifeste qu'ils sont dus à des modifications de l'état moléculaire de la substance des fibres, des cellules, etc.

Il y a ainsi des perturbations de l'état moléculaire de la substance organisée, dans chaque espèce d'élément anatomique, dont le médecin est forcé de tenir compte; car elles entraînent des troubles dans les actes accomplis par ces éléments, plus encore que l'hypertrophie, l'atrophie ou les déformations.

Il arrive quelquefois que des principes immédiats naturels venant à augmenter ou à diminuer de quantité dans le plasma du sang, et par suite dans les éléments anatomiques changent

(1) Cette étude du phénomène d'ordre organique le plus simple montre plus nettement que tout autre qu'en physiologie, le nombre des cas particuliers se rapportant à un même ordre de faits est si considérable qu'il est plus nécessaire que dans quelque science que ce soit, de rattacher les premiers à leurs conditions d'existence et à la loi que suit leur accomplissement. Autrement chacun de ces cas particuliers peut devenir le point d'appui d'une hypothèse particulière, d'un ordre nouveau d'explications; c'est ce dont les divers systèmes en physiologie et en médecine nous offrent autant d'exemples.

ainsi la constitution moléculaire de ces derniers, sans qu'il ait rien d'appréciable à l'examen physique. Pourtant ces lésions donnent lieu à des troubles de la névrilité, de la contractilité, ou à un malaise général selon qu'il s'agit soit des éléments nerveux et musculaires, soit de ceux de la plupart des tissus.

D'autres fois ce sont des principes accidentels, comme l'alcool, l'éther, la morphine, l'atropine, différents sels, etc., qui, assimilés par les cellules, en changent d'une manière moléculaire ou invisible la constitution et donnent lieu à des symptômes passagers comme la durée de leur propre existence dans la substance des éléments (voy. p. 18).

Ce sont quelquefois au contraire des changements de quantité ou des modifications isomériques dans l'état des substances organiques coagulables, moins prononcés que ceux qui ont été mentionnés tout à l'heure. Leur appréciation exige une connaissance exacte des *principes immédiats de la troisième classe* et de leurs faciles altérations sous l'influence de légères modifications du milieu extérieur, qui amènent dans les éléments anatomiques des *lésions moléculaires* sans changements saisissables par l'œil ou le toucher (1).

Ces altérations moléculaires peuvent aller en augmentant et tendre à prendre un caractère de persistance, comme celui qui

(1) C'est de la sorte que dans les modifications isomériques des substances organiques qui, considérées en elles-mêmes, semblent n'avoir qu'une importance secondaire, prennent pourtant leur source, les particularités les plus essentielles de la nutrition tant à l'état normal que dans les conditions morbides. Aussi est-on obligé d'y revenir incessamment en étudiant les changements normaux et accidentels de chaque élément anatomique et de chaque humeur. Lorsqu'au lieu d'examiner séparément les éléments anatomiques, nous arriverons à l'étude des tissus, nous verrons que ces lésions moléculaires de la substance de chaque fibre ou cellule sont la cause de la mollessé et des autres qualités morbides des muscles, etc., dans ces diverses maladies. Nous verrons alors comment la notion exacte des troubles, dont il est ici question, rend compte de plusieurs de ces modifications dont chaque maladie offre des exemples. Cet ordre de lésions, que le médecin doit savoir poursuivre au delà des altérations visibles desquelles seules il se préoccupe habituellement, est très-fréquent, plus même que ces dernières, et les précède dans un assez grand nombre de cas. Cet ordre d'altérations, non visibles dans les éléments anatomiques et les humeurs, a souvent fait dire qu'il y a des maladies sans lésion, lorsque seulement celle-ci, très-réelle, n'a pas été saisie. La connaissance des principes immédiats et des éléments anatomiques peut seule enseigner à faire exactement l'appréciation de modifications aussi délicates, mais pourtant si importantes, puisqu'elles dominent toutes les autres.

consiste dans l'*induration* ou dans le *ramollissement* des cellules, fibres, tubes, etc.; elles peuvent d'autres fois offrir un caractère transitoire; or il est facile de voir que dans l'un et l'autre cas elles se rattachent à la propriété inhérente à chaque élément de prendre et de rejeter incessamment des matériaux qui influent sur l'état de sa propre substance. Il est manifeste également que c'est à cette faculté de rénovation continue qu'est due la possibilité offerte par chaque cellule indurée ou ramollie, etc., de retourner à son état primitif lorsque l'assimilation et la désassimilation viennent à se faire dans de meilleures conditions.

De l'induration. — Ce phénomène s'observe à l'état pathologique sur un certain nombre d'éléments anatomiques déjà entièrement développés, tels que les fibres lamineuses, la substance amorphe du cerveau, et celles de diverses tumeurs, etc. Mais il s'observe aussi normalement sur la plupart des espèces de cellules épithéliales, sur diverses espèces de fibres, etc., qui à partir du moment de leur naissance, à mesure qu'elles se développent, augmentent graduellement de consistance. Dans ce dernier cas, à mesure que la substance de la cellule prend une consistance plus considérable, l'action dissolvante de l'acide acétique ou d'autres réactifs devient de moins en moins facile, ce qui indique un changement manifeste dans la constitution moléculaire des éléments. En même temps aussi surviennent des changements de structure déja notés.

Dans les conditions morbides, l'induration consiste en une modification moléculaire graduelle de la substance des éléments telle que, sans changement très-notable de structure, elle acquiert une consistance plus considérable. Les changements d'état moléculaire portent principalement sur les principes non cristallisables, et sont l'inverse de ceux dont il va être question en parlant du ramollissement.

Il arrive souvent que dans les tissus normaux ou morbides dont les éléments se sont indurés, il se produit en même temps entre ces derniers, soit d'autres cellules, soit des granulations moléculaires ou des matières amorphes dont la présence vient compliquer l'état du tissu; mais c'est à l'étude des altérations des tissus qu'appartient ce côté de la question.

Du ramollissement. — La nutrition peut, dans certaines conditions morbides, s'opérer de telle manière que la substance organisée qui en est le siége, se *ramollit*, c'est-à-dire devient moins résistante, plus facile à écraser, etc. Ce phénomène consiste essentiellement en une altération intime de la matière des éléments anatomiques, dont la structure n'est pas changée, mais a subi des modifications moléculaires. Ces dernières portent particulièrement sur ses principes non cristallisables ou substances organiques dans lesquelles se passent des changements isomériques, mais qui influent d'autre part sur le mode d'union moléculaire des principes cristallisables avec elles.

Ce phénomène peut être un changement survenant normalement dans la nutrition des éléments arrivés à telle ou telle phase de leur développement; mais le plus ordinairement il ne se manifeste que dans des conditions accidentelles ou morbides, et c'est toujours un phénomène grave parce que souvent alors les actes d'assimilation et de désassimilation se ralentissent ou même cessent tout à fait,

La possibilité de se *ramollir* sans changer de forme, de volume, de couleur, de structure, ni même de composition immédiate dans des conditions complétement indépendantes des variations de température et autres conditions physiques, est absolument propre à la substance organisée, et repose en particulier sur les propriétés des substances organiques. On comprend qu'il importe beaucoup d'être fixé sur la *nature physiologique* d'un phénomène élémentaire qui se manifeste dans un nombre si considérable d'organes malades, et sans la connaissance duquel l'interprétation exacte des phases de la maladie devient impossible.

On l'observe plus fréquemment peut-être sur les tubes nerveux céphalo-rachidiens que sur les autres éléments (1). Les

(1) Si le ramollissement consistait en un simple dérangement dans la texture des éléments, son étude se rattacherait à celle des tissus; mais il n'en est rien, et c'est bien à celle des éléments anatomiques qu'il appartient. Les changements de constitution qui le causent sont essentiellement moléculaires, indiquent des modifications, soit normales, soit morbides des actes d'assimilation et de désassimilation; ils ont lieu ici sans que la structure des cellules ou des fibres soit notablement changée. Mais il n'en est pas de même lorsque comme dans les cas assez peu rares cités page 265, fig. 35, le ramollissement va jusqu'au passage à l'état fluide du corps seulement d'une cellule jusqu'alors solide et même de son noyau.

substances amorphes peuvent présenter cette modification dans un grand nombre de tumeurs telles que les tumeurs épithéliales, glandulaires, hétéradéniques, fibreuses même et cartilagineuses. Le ramollissement se montre, en outre, sur des éléments figurés tels que les fibres lamineuses, celles du cristallin, les cellules épithéliales et d'autres également. Une fois commencé, il augmente graduellement et peut aller jusqu'à la *liquéfaction* ou *fluidification*. Ce fait est surtout évident pour les substances amorphes des tumeurs épithéliales dans lesquelles il devient cause de la production de ce qu'on nomme leur suc propre (*suc cancéreux*).

Ici les changements d'état moléculaire survenus dans les *substances organiques* vont parfois jusqu'à un changement d'état spécifique, soit simplement isomérique, soit probablement avec dédoublement. Les principes immédiats non cristallisables sont spécialement le siége des modifications survenues alors dans la constitution de la matière organisée. Il peut même y avoir dissociation moléculaire complète, décomposition de celle-ci par séparation des principes cristallisables qui étaient unis aux premiers pour la constituer, et ce fait a lieu par suite de la cessation de la formation et de la décomposition continue des principes *coagulables*, qui *restent* normalement dans la substance organisée, s'y forment et s'y décomposent, sans y entrer ni en sortir tels qu'ils y sont en réalité.

Il importe de ne pas confondre la *liquéfaction*, le *passage de l'état solide ou demi-liquide à l'état* de fluidité complète des *substances organiques* et de la matière des éléments anatomiques dont elles sont la base, avec la *dissolution* d'un solide ou d'un corps demi-solide par un liquide. Dans le premier cas, sans qu'il survienne un *liquide*, un *dissolvant* qui entre en contact avec les éléments anatomiques, cellule, fibre, tube, etc., on voit ceux-ci devenir diffluents ou tout à fait liquides, par suite de modifications moléculaires isomériques ou dédoublantes qui se passent dans les *substances organiques* surtout. Dans le second cas, c'est par suite de l'action chimique du liquide sur le solide, de leur combinaison même, que se forme un nouveau composé (le fluide résultant de la dissolution), qui est différent des deux premiers corps mis en présence.

Le phénomène de la liquéfaction, du passage à l'état liquide d'éléments anatomiques habituellement solides ou demi-solides, joue un certain rôle dans quelques cas morbides dits d'ulcération, et la connaissance précise en est indispensable pour interpréter ceux-ci. C'est elle surtout qui constitue ce que certains auteurs ont appelé *gangrène moléculaire*. A son tour, l'étude de ces faits repose entièrement sur celle des caractères et des propriétés des substances organiques (1).

DEUXIÈME SECTION

DES PROPRIÉTÉS D'ORDRE ORGANIQUE OU VITAL DE LA VIE ANIMALE.

Il y a des éléments anatomiques qui outre les propriétés d'ordre végétatif en possèdent d'autres d'un ordre plus élevé. Ainsi, outre les propriétés qu'il ont de se nourrir, de se développer et de naître ou de se reproduire comme les cellules dont nous venons de parler et comme celles des plantes, ces éléments anatomiques peuvent encore se mouvoir et réagir sous certaines influences. Ces propriétés nouvelles ne se rencontrant que sur des éléments anatomiques des animaux, ont reçu le nom de *propriétés de la vie animale*. Ce sont la *pro-*

(1) La *dissolution* et la *liquéfaction*, phénomènes si distincts pourtant, sont habituellement confondues en anatomie pathologique, en physiologie et en thérapeutique générale ou appliquée, faute de méthode et de l'habitude de préciser l'emploi des termes désignant des phénomènes si différents. Il est commun surtout d'entendre parler de la *dissolution spontanée des humeurs*, etc., comme si une humeur pouvait se dissoudre elle-même. Cette erreur, dont les inconvénients sont faciles à sentir, doit être évitée avec soin (voy. *Chimie anatomique*, t. I, p. 444 et suiv.). Il n'y a là en effet qu'une *fluidification* plus prononcée d'humeurs possédant un certain degré de viscosité, etc., comme l'humeur vitrée, le sang, le liquide pancréatique, etc., fluidification qui du reste reconnait pour cause des modifications chimiques de leurs substances organiques fondamentales qui sont de même ordre que celles dont il vient d'être question. Il en est de même encore en ce qui touche l'action des sucs pancréatique, intestinal et biliaire sur les aliments, action qui est liquéfiante et non dissolvante.

priété de contractilité et la *propriété de névrilité*. Il n'y a pas d'autres propriétés de la vie animale que celles-là (1).

Les éléments qui possèdent l'une d'elles ne sont pas doués de l'autre ; c'est là un fait que l'observation et l'expérience démontrent de mille manières. Ainsi, il y a bien cinq qualités élémentaires d'ordre vital ou organique, la nutrilité, l'évolutilité, la natalité, la contractilité et la névrilité ; mais aucune espèce d'élément ne les possède toutes ; aucune n'en possède plus de quatre, savoir les trois premières et en outre soit la névrilité, soit la contractilité. Rien de plus certain que dans l'élément qui est contractile manque la névrilité, et que nul ne manifeste à la fois celle-ci et la contractilité (voy. p. 165 et 166).

(1) Le terme *irritabilité*, est un *terme général* indiquant un degré d'*activité animale* ou d'*animalité* énergique, et il a été créé pour en désigner les degrés divers. Il ne doit s'appliquer qu'aux éléments anatomiques doués de *propriétés animales* seulement ; et cela, soit qu'elles présentent des variations pour la rapidité, soit qu'il s'agisse de l'intensité de l'action. Mais il ne désigne aucune action *spéciale élémentaire*, c'est-à-dire *indivisible*, aucune propriété appartenant particulièrement à un élément quelconque. C'est à tort que ce mot a été appliqué aux propriétés végétatives ou organiques, et que certains auteurs parlent de l'*irritabilité* ou de l'*irritation de la propriété de nutrition* dans tel ou tel tissu. Un même élément nerveux ou un même individu est plus irritable, a plus d'irritabilité que l'autre si la même chose détermine sur lui plus d'effet que sur le second. Un muscle est dit plus *irritable*, doué d'une *irritabilité* plus grande qu'un muscle semblable anatomiquement, si le même acte physique ou autre détermine chez le premier une contraction plus forte ou plus rapide que dans le second, ce qui indique simplement une différence entre eux au point de vue du degré ou de l'intensité de la contractilité ou myotilité. Ce terme est applicable seulement à la vitalité animale, aux modes de vitalité qu'on ne rencontre que chez les animaux, et non pas aux propriétés végétatives. Mais ces variations d'activité animale en plus ou en moins, quant à la rapidité et à l'intensité, il est plusieurs parties diverses qui peuvent les présenter chacune à sa manière. 1° Ce peut être la partie cérébrale présidant aux actes intellectuels ou à la perception qui la manifeste le plus vite ou le plus tôt ; ce peut être, au contraire, celle qui préside au langage, etc. *Irritabilité* signifie alors un degré d'activité *nerveuse* que peut manifester en plus ou en moins telle ou telle partie du cerveau, ayant telle ou telle propriété ; mais ce terme ne désigne pas ici une propriété nerveuse particulière, soit élémentaire, soit de tissu. 2° Haller reconnut que les muscles avaient en propre la faculté de se contracter sans qu'elle leur fût transmise par les nerfs, qui ne faisaient qu'en déterminer l'accomplissement, la manifestation, et il combattit les opinions des auteurs, *qui eam vim cum vi sentiendi confuderunt*. Il reconnut que les muscles par eux-mêmes n'étaient pas inertes comme les tendons, mais avaient la propriété de se contracter. Il a donné avec Glisson le nom d'*irritabilité musculaire* à cette force contractile : *Hæc vis contractilis irritabilitas dicta est*. Elle appartient en propre au tissu musculaire : *In glutine residet*. (Haller, *Elementa physiol.* Lausanne, 1766, t. IV, in-4, p. 456.) Voyez sur ce point Ch. Robin, dans Béraud, *Éléments de physiologie*. Paris, 1856, in-12, 2ᵉ édit., t. I, p. 179.

Les seules espèces d'éléments anatomiques qui jouissent de ces propriétés sont : les *fibres-cellules*, les *fibrilles musculaires striées* ou de la vie animale, pour la contractilité, et les *éléments nerveux* pour la névrilité (voy. p. 116 et 340).

Les fibres musculaires et les éléments nerveux existent pendant un certain temps sans posséder encore chacun la propriété qui lui est spécialement inhérente ; ils sont nés, se sont nourris et développés avant de se contracter ou d'agir comme éléments nerveux ; lorsqu'ils manifestent ces propriétés, ils présentent déjà depuis quelque temps celles qui sont dites de la vie végétative ; ils ont, en un mot, déjà parcouru une période de leur existence (voy. p. 335 et 439). Ce fait est d'une grande importance au point de vue physiologique et même thérapeutique, parce qu'il montre qu'il n'est pas impossible de voir réapparaître une propriété de la vie animale qui a cessé de se manifester, lorsqu'on parvient à replacer l'élément dans son état normal, à faire disparaître les diverses lésions qui avaient troublé ou fait cesser son activité propre (1).

Nous savons déjà que la nutrition peut être accélérée ou ralentie selon les modifications qui surviennent dans l'assimilation et la désassimilation ; qu'elle peut même offrir des perturbations, selon la nature des principes immédiats qui pénètrent dans la substance organisée ou de ceux qui s'y forment. Mais si la nutrition subit un arrêt momentané, il y a mort apparente de l'élément anatomique, et si elle cesse, il y a mort réelle. Or les propriétés qui dans les éléments musculaires et nerveux sont surajoutées en quelque sorte aux précédentes et sont propres à chacune de ces espèces anatomiques, peuvent disparaître encore plus fréquemment sans que l'élément cesse de se

(1) La névrilité ne se manifestant au dehors que par la contraction qu'elle suscite indirectement ou directement, on a donné un nom commun à l'apparition, à un moment donné de l'évolution des éléments anatomiques, de ces propriétés de la vie animale : c'est celui d'*animation*, pris dans le sens de première manifestation de l'animalité. Ce mot s'est introduit dans la physiologie d'après l'hypothèse des *animistes*, qui pensaient que ces phénomènes avaient pour cause première l'union d'une âme au corps à un moment donné de l'évolution. La connaissance des propriétés élémentaires inhérentes à la substance organisée a ruiné cette hypothèse. Ce n'est pas un principe qui vient s'unir à cette matière, c'est celle-ci qui manifeste les propriétés que comporte son organisation dès que celle-ci est acquise.

nourrir et même de se développer et de se reproduire. C'est ce qu'on observe dans certaines conditions morbides, qui peuvent être un *trouble de la nutrition* des éléments, comme certains cas d'inflammation des muscles ou des nerfs en offrent des exemples ainsi que ceux de *ramollissement* ou d'*induration* de ces mêmes éléments. Leur atrophie, leur passage à l'état granuleux (voy. p. 501) peuvent faire que les conditions intimes nécessaires à la manifestation de ces propriétés n'existent plus (1).

CHAPITRE PREMIER

DE LA CONTRACTILITÉ.

ARTICLE PREMIER. — DE LA CONTRACTILITÉ EN GÉNÉRAL.

Définition. — On donne le nom de contractilité à une propriété vitale élémentaire caractérisée par ce fait que l'élément qui en jouit se raccourcit dans un sens et augmente de diamètre dans l'autre alternativement (voy. p. 166).

On donne le nom de *contraction* à l'accomplissement de ce

(1) Fréquemment à telle ou telle de ces phases des perturbations de la nutrition et du développement des éléments musculaires et nerveux on observe, soit une simple diminution, soit un excès ou une aberration de la contractilité et de la névrilité. Le peu de méthode que fréquemment on apporte dans l'analyse anatomique et dans celle des phénomènes physiologiques dont je parle, fait que nul terme spécial ne peut être employé pour désigner d'une manière précise ces modifications morbides. Il en est qui, tels que ceux de *convulsion*, de *contracture*, etc., désignent il est vrai les symptômes par lesquels se manifestent à l'extérieur ces dérangements des propriétés animales ; mais souvent ce qui se rattache à la contractilité n'est pas exactement distingué de ce qui provient d'un trouble de la névrilité. Cette lacune ne laisse pourtant pas que d'être grave ; car il faut pouvoir remonter des phénomènes morbides complexes, à l'aide de l'analyse, jusqu'aux actes élémentaires accomplis par les fibres, les cellules, etc., dont ceux-là sont la manifestation commune, de la même manière qu'en voyant une tumeur opaque ou transparente, dure ou molle, on peut, d'après la connaissance des éléments, déterminer la cause de cette couleur et de cette consistance. Or, tant que l'on ne pourra faire pour les symptômes ce que l'on fait pour les altérations qui les déterminent et rattacher ceux-là à celles-ci, les indications thérapeutiques resteront soumises au hasard ou à l'arbitraire, comme elles le sont encore souvent.

phénomène caractéristique, à la manifestation de cette propriété. Le résultat de la contraction est la *locomotion* ou changement de place, soit d'une ou de plusieurs parties du corps par rapport à une autre, soit de la totalité de ce corps par rapport aux objets voisins.

La contractilité se manifeste pas s'il n'y a au moins nutrition des éléments qui en sont doués et s'ils ne sont pas arrivés à un degré déterminé de développement (voy. p. 314 et 439).

Toute propriété animale a non-seulement pour condition d'existence les propriétés végétatives, mais encore une ou plusieurs propriétés d'ordre physique. La contractilité en particulier a pour condition d'existence l'*élasticité*; elle la suppose nécessairement, dans son exercice régulier et habituel au sein du tissu musculaire lui-même; car la fibre raccourcie par la contraction resterait telle, si dans les régions où une action antagoniste n'existe pas, il n'y avait des éléments élastiques qui ramènent la fibre devenue plus courte et plus épaisse à sa longueur et à son volume ordinaires. Les choses sont ainsi dans le tissu, c'est-à-dire dans les conditions naturelles où se trouvent les fibres musculaires lorsqu'elles se contractent. Mais il est remarquable de voir que partout l'élasticité est inhérente à des éléments autres que ceux doués de la contractilité, c'est-à-dire que les éléments qui sont élastiques ne sont pas contractiles, et que les diverses espèces de fibres musculaires sont privées d'élasticité propre (1). Aussi voit-on qu'une fois raccourcies et augmentées de volume par la contraction, les diverses espèces de fibres musculaires isolées sous le microscope restent dans cet état de raccourcissement.

La contractilité offre deux modes fondamentaux, chacun inhérent à une espèce distincte d'éléments anatomiques.

(1) Dans le tissu dont les fibres-cellules sont l'élément fondamental, ce sont les fibres élastiques de la trame associée aux faisceaux qu'elles forment qui donnent l'élasticité aux couches que composent ces derniers. Dans le tissu musculaire à faisceaux striés, ce sont les lames élastiques endocardique et péricardique pour le cœur, c'est le myolemme (voy. p. 310) pour les autres muscles; mais il faut noter que malgré son élasticité et sa résistance à l'action de l'acide acétique le myolemme ne doit pas être considéré comme composé par la même substance fondamentale que les fibres élastiques, c'est-à-dire par l'élasticine, car il est liquéfié par les actions digestives (p. 514), tandis que les fibres élastiques ne le sont pas et se retrouvent dans les fèces.

Dans le premier, elle est brusque et rapide : c'est le mode de contractilité qui est propre aux fibrilles musculaires striées dites aussi de la vie animale (1).

Le deuxième mode de contractilité est caractérisé par la lenteur avec laquelle il s'accomplit, ce qui n'implique nullement une absence d'énergie. Il est inhérent aux fibres-cellules (2).

La contractilité disparaît dès que cesse la nutrition, tandis que l'élasticité est un phénomène d'allongement et de raccourcissement alternatifs dont l'effet, comme amincissement et épaississement, se manifeste sur toute la longueur de la fibre, et qui se produit sur le cadavre, c'est-à-dire après que toute nutrition a cessé, comme pendant la vie, tant que nulle putréfaction n'est intervenue.

(1) C'est le mode de contractilité appelé *contractilité animale* par Bichat (*Anatomie générale*. Paris, 1801, in-8, Considérations générales, § II). Mais cette expression n'est pas entièrement exacte, parce que tout ce qui est animal est organique, et de plus les fibres striées du cœur, appartenant à un des appareils de la vie végétative (dits quelquefois à tort appareils de la *vie organique*), sont douées de ce mode de contractilité.

(2) C'est le mode de contractilité appelé *contractilité organique sensible* par Bichat (*Ibid.*, § II). Mais cette expression n'est pas exacte, surtout opposée à celle employée dans la note précédente, parce que toute contractilité est animale (sauf celle des cils vibratils, comme ceux des spermatozoïdes des Algues, etc.) et par suite organique. — On parle quelquefois de *contractilité volontaire* et de *contractilité involontaire*, et il n'est pas rare de voir les expressions employées par Bichat considérées comme synonymes de ces dernières. C'est là une erreur qu'il faut éviter; car, prise en elle-même, la *contractilité* ne présente que des différences d'énergie et de rapidité, et elle ne peut être encore dite ni *volontaire*, ni *involontaire*. Mais lorsque dans l'étude de la névrilité on examine la motricité et comment la contractilité est subordonnée à cet excitant d'ordre vital, des phénomènes intéressants s'offrent à l'observateur. Ces phénomènes appartiennent à ceux de la névrilité en général, de la motricité en particulier; seulement les noms qui leur sont donnés ont été tirés du résultat le plus frappant de ces actes plutôt que puisés dans ce qui concerne leur nature nerveuse. C'est ainsi que l'on dit *mouvement*, *contraction* et *contractilité volontaire ou involontaire* au lieu d'*incitation motrice volontaire ou involontaire;* car, que l'exécution soit volontaire ou involontaire, le phénomène de contractilité se passant dans la fibre musculaire, reste au fond toujours le même. La différence porte sur ce qui se passe dans la portion du tissu nerveux d'où vient l'*incitation motrice :* or, cette incitation peut, selon l'ordre d'impression transmise des sens ou des viscères aux centres nerveux, être *volontaire* ou bien *involontaire* (c'est-à-dire n'être subordonnée à aucun acte intellectuel). En un mot, ce qu'il y a de *volontaire ou d'involontaire*, de rhythmique ou non, dans la contraction, n'est point *le fait du tissu qui se contracte*, mais de l'action du tissu nerveux d'où part l'incitation motrice. Aussi est-il naturel de voir un même tissu musculaire, comme le musculaire à faisceaux striés, être régulièrement le siége de contractions involontaires dans certains organes (cœur), et ailleurs être accidentellement le siége de cet ordre de mouvements (mouvements par actions réflexes).

C'est du premier de ces modes de la contractilité que se rapproche celui du corps de beaucoup d'infusoires unicellulaires, de leurs cils vibratiles et de leurs *flagellums*. Il en est de même pour les grands cils branchiaux des mollusques et peut-être même pour tous les cils vibratiles quelconques et pour la queue des spermatozoïdes. Toutefois, il faut reconnaître que, dans tous ces divers filaments, on ne constate pas leur épaississement dans un sens, lors du mouvement, comme sur les fibres musculaires quelles qu'elles soient. Leur mécanisme intime, non plus que celui du retrait en spirale du pédicule des Vorticelles, ne saurait par conséquent être assimilé (1).

(1) L'observation montre que chez un animal qu'on vient de tuer, sur un membre qu'on vient d'amputer, les faisceaux striés *isolés* immédiatement et placés dans le sérum sanguin ou l'humeur du corps vitré se contractent sous le microscope. Chaque faisceau devient beaucoup plus large, du quart au double et même plus ; les fibrilles primitives dans l'intérieur du faisceau ne deviennent point flexueuses, mais au niveau de chaque partie contractée du faisceau les bords de celui-ci offrent des renflements et resserrements alternatifs, disposés en festons arrondis très-élégants. Quelquefois une partie renflée est séparée d'une autre sur le même faisceau par un rétrécissement régulier qui a le volume ordinaire du faisceau. Cet état de faisceau strié peut durer une à deux minutes chez l'homme; le faisceau garde ensuite la forme qu'il avait au moment où a lieu la dernière contraction. Chez les invertébrés, sur les fibres-cellules, le phénomène dure longtemps, et l'on voit aussi sur les fibres isolées ces renflements des fibres qui leur donnent des bords onduleux. Sur chaque fibre se montrent un ou deux de ces renflements, qui bientôt s'affaissent pour se montrer immédiatement au delà, en sorte que chacun semble courir sur toute la longueur de la fibre et régulièrement (Ch. Robin, dans Béraud, *Éléments de physiologie*. Paris, 1856, 2e édit., t. I, p. 129 et 133). Marey a montré (1867) que toute contraction des faisceaux striés résulte de la fusion ou interférence d'une série de secousses très-fréquentes, qui, partant d'un point d'un faisceau strié, se propage sur toute sa longueur. C'est ainsi qu'un son, engendré par des vibrations successives, fournit néanmoins une sensation qui paraît continue. On voit d'abord se produire dans le muscle des secousses distinctes ; plus tard, chaque secousse n'a pas le temps de s'achever que déjà la suivante arrive, et alors l'interférence commence. Cette secousse s'ajoute partiellement à la précédente, et l'on n'aperçoit plus que son sommet. Ces sommets s'accusent eux-mêmes de moins en moins et finissent par disparaître complétement; la contraction est établie. Certains muscles, le cœur par exemple, ne peuvent produire que des *secousses*, tandis que d'autres, comme les muscles volontaires, peuvent produire, selon les cas, la secousse ou la contraction. La secousse musculaire est un raccourcissement brusque du muscle, suivi aussitôt d'un relâchement. Le type de ce mouvement est celui que provoque une décharge électrique ou bien l'excitation d'un nerf moteur. Le caractère de la secousse d'un muscle vivant est d'être toujours identique avec elle-même, d'avoir fatalemant toujours la même amplitude et la même durée. Mais la secousse peut varier d'un muscle à un autre ; elle diffère surtout si l'on compare les muscles striés dans les différentes espèces animales. Chez l'oiseau et le poisson, la secousse ne dure guère

ARTICLE II. — DES CONTRACTIONS AMIBOÏDES.

C'est de la contractilité lente, mais énergique, des fibres-cellules que, sous certains rapports, se rapprochent les autres modes de contraction des cellules dont il va être question; mais les faits qui les concernent rendent probable encore que leur mécanisme moléculaire ne saurait être considéré comme étant le même. Dans les contractions de quelque ordre de fibres musculaires que ce soit, il n'y a rien, en effet, de comparable à la production des expansions des amibes, ni à celles tout à fait analogues que montrent les leucocytes, bien que dans les uns et les autres de ces éléments ce soit la substance périnucléaire seule qui se meuve, c'est-à-dire le corps cellulaire ou ses analogues fibrillaires (fibrilles des muscles striés). Donders a, en effet, montré le premier que, dans les cellules pourvues d'une paroi, ce n'est point celle-ci qui se meut, mais seulement la substance même du corps cellulaire (*pro-*

que 3 centièmes de seconde. Sur l'homme, la durée est de 7 à 8 centièmes de seconde. Lorsque le nombre des interférences vibratoires produites s'élève à 32 par seconde, la contraction produit un *son musculaire* ou de *grésillement* qui répond à l'*ut* ou au *si* d'en bas du piano (Marey). Ch. Legros et Onimus (*De la contraction des muscles de la vie végétative*, Journ. d'anat. et de physiol. Paris, 1869, in-8, p. 56 et 422) ont montré que dans les muscles à fibre-cellules la contraction survient progressivement sans secousses. Le pincement et les agents chimiques, au lieu de provoquer brusquement les secousses comme dans les muscles striés, suscitent un relâchement instantané de courte durée auquel succède le renflement indiquant que survient la contraction. Au lieu de provoquer un mouvement de totalité du muscle les courants d'induction ne la suscitent qu'au point de contact avec les pôles, avec relâchement ou au moins sans contraction des parties qui leur sont interposées s'ils sont un peu éloignés. Appliqués sur les nerfs, ils suscitent une contraction lente, moins prononcée que s'ils sont appliqués sur le muscle. Les courants continus ramènent à l'état de relâchement les muscles en contraction quand ils parcourent la couche musculaire dans le sens où se propage normalement la contraction péristaltique; s'ils la parcourent en sens contraire, ils font cesser la contraction, parce que le muscle reste en contracture. Pendant leur passage dans un nerf se rendant directement à un muscle viscéral, la contraction cesse; elle est provoquée au contraire s'ils traversent un ganglion. L'excitation par les courants interrompus, des nerfs sensitifs correspondants aux nerfs moteurs, qui suscite par action réflexe des contractions des muscles striés met les muscles viscéraux à l'état de repos. Les fibre-cellules qui s'hypertrophient individuellement et se multiplient dans toutes les conditions qui exagèrent leur activité ne s'atrophient que lentement lorsque les organes qui les renferment restent inactifs.

toplasma). Dans celles-là, ce n'est qu'autant que la pellicule est assez souple pour se prêter à une extension ou à l'issue des expansions de la substance azotée, comme pour les leucocytes, que leur forme passe de la sphère ou du polyèdre à des configurations stelliformes très-variables. Si la paroi est ferme, comme dans les Trachelomonas (voy. p. 285), etc., et diverses diatomées, par exemple, ce sont des figures bosselées ou un peu anguleuses, changeantes, que présente dans sa cavité le corps cellulaire inclus, pendant qu'un liquide incolore interposé à lui et à la paroi suit ces déplacements. Il en est de même quand il s'agit des énergiques mouvements de déformation du vitellus et des sphères de segmentation dans la cavité de la membrane ovulaire, pour les cellules, dans les chondroplastes des cartilages normaux (1) ou accidentels frais. Tous ces mouvements amènent parfois une véritable reptation tant des masses cellulaires avec leur noyau que des globes vitellins contre les surfaces sur lesquelles ils reposent, ou entre les interstices où la cellule est logée. Mais on a singulièrement exagéré l'énergie de ces mouvements, leur faculté de vaincre des obstacles et la puissance migratoire des cellules qui en résulterait. Ce qui le prouve, c'est la facilité avec laquelle ces prolongements sont arrêtés par un obstacle réel, quelque faible qu'il soit, c'est-à-dire toutes les fois que l'élément ne trouve pas des interstices préexistants, pleins de liquide seulement, ou d'une matière plus molle qu'eux.

Bien que M. Davaine ait constaté les déformations des leucocytes dans les capillaires, en étudiant la circulation des grenouilles (1850), et que le même fait se voie quand ils s'arrêtent dans les capillaires des tissus enflammés (Feltz, Picot, etc.) ou non enflammés, bien que ces déformations soient un fait normal sur le vitellus et les sphères de segmentation, jusqu'au moment de la formation du blastoderme même, il est certain que pour les leucocytes, les cellules des cartilages, de

(1) Les cellules des cartilages, tant qu'elles sont encore contenues dans les chondroplastes offrent une contractilité du même genre; mais on ne l'observe guère que pendant la vie intra-utérine et seulement jusqu'à la fin du deuxième mois ou environ. Pourtant les tumeurs cartilagineuses ou fibro-cartilagineuses molles des régions parotidiennes et autres en présentent aussi des exemples très-prononcés, même un jour ou deux au plus après l'ablation.

la notocorde, pour l'utricule azoté des plantes, etc., ces mouvements sont exagérés toutes les fois que l'élément se trouve dans des conditions anormales, qui ne vont pas jusqu'à trop altérer chimiquement la cellule. Sous ce rapport, c'est à très-juste titre que Kölliker et Böttcher ont insisté sur la nécessité scientifique de ne pas confondre les exagérations des déformations obtenues à l'aide des *chambres humides*, avec les mouvements se produisant lorsque les éléments sont dans leur milieu naturel.

On a donné le nom de *mouvements amiboïdes* à ces phénomènes (1), par comparaison à ce qui s'observe sur les Rhizopodes appelés *Amibes*. Constatés sur un grand nombre d'éléments anatomiques des végétaux les plus simples aussi bien que sur divers de ceux des *animaux de toutes les classes*, ils ont été considérés comme de nature animale dans les uns aussi bien que dans les autres de ces êtres, c'est-à-dire comme des phénomènes assimilables à la contractilité. Suivant quelques auteurs, cette communauté de propriétés viendrait enlever tout distinction essentielle entre les animaux et les végétaux (Unger, A. Hoffmann, etc.), et pour les autres détacherait certaines familles du règne végétal pour les reporter dans le règne animal, telle est, par exemple, celle des champignons myxomycètes appelés par suite *Mycétozoaires* (de Bary, etc.). Ces phénomènes ont été observés sur le contenu des jeunes cellules des plantes phanérogames (Unger, 1855), des *Vaucheria* et d'autres algues. Ce sont aussi les mouvements des *Gonium*, des *Chlamydomonas*, des *Spirulina*, etc. Ce sont encore ceux que De Bary surtout a étudiés sur le stroma ou matelas muqueux de quelques Hyménomycètes et de tous les Myxomycètes dont le contenu cellulaire azoté est assez analogue aux infusoires rangés dans les genres *Monas* et *Amibes* quant à leur forme, à leurs mouvements, à leurs déformations avec ou sans segmentation en deux, etc. Déjà, du reste, en 1841, Dujardin (*Infusoires*, 1841, p. 36) avait montré que la substance vivante qui sort des Navicules, des Baccillaires, des

(1) Les auteurs qui donnent le nom de *protoplasma* au corps cellulaire azoté des plantes devenu ou non utriculaire (voy. p. 349) et au corps des cellules des animaux, les désignent sous le nom de *mouvements du protoplasma*.

Clostéries, etc., montre dans ses lobes une disposition à se mettre en globules, semblant annoncer un certain degré de contractilité, ayant plus de rapport avec celle de la substance intra-cellulaire des Characées et des Conjuguées qu'avec celle des infusoires, quoique cependant elle soit diaphane comme le sarcode de ces derniers.

Pour quiconque a vérifié quelques-unes de ces observations, ainsi qu'il n'est pas difficile de le faire, l'analogie est incontestable entre les corps cellulaires dits *Amibes* et *Monades d'origine végétale* et ceux qui se produisent aux dépens du vitellus des œufs de Planaires, de Mollusques, d'insectes diptères, etc., et de Poissons (ainsi que Reichert l'a vu il y a longtemps déjà) en voie d'altération. Leurs mouvements, leur manière d'englober divers corpuscules, d'autres éléments anatomiques, etc., ou de se creuser de vacuoles hyalines, sont également on ne peut plus semblables dans ces corps et dans les filaments muqueux des Myxomycètes avec les phénomènes de même ordre dits *sarcodiques* ou *amiboïdes*, observés sur beaucoup d'infusoires, sur les leucocytes et d'autres éléments anatomiques de tous les animaux.

La production d'expansion de ce genre est très-énergique, et celles-ci acquièrent une très-grande longueur dans les leucocytes du sang, de la lymphe, des muqueuses enflammées ou non et du pus frais (1).

Les mouvements de ces expansions et les déformations qui en résultent pour les leucocytes se retrouvent chez tous les animaux vertébrés et invertébrés qui en possèdent; c'est ce qu'a très-bien figuré et décrit Warthon Jones en 1846.

La présence d'une paroi propre autour des leucocytes n'est pas plus un obstacle à la production de ces expansions (2) que l'existence d'une cuticule autour du corps de certaines Amibes (*A. villosa*, Wallich, etc.) n'en constitue un pour la production de leurs pseudopodes.

(1) Voy. Ch. Robin, *Sur l'anatomie et la physiologie des leucocytes* (Journ. de physiol. Paris, 1859, in-8, p. 43, 46); et Littré et Robin, *Dictionn. de méd.* Paris, in-8, 10e édit., 1855, art. Pus, p. 1041, et art. LEUCOCYTE de l'édition suivante; et art. LEUCOCYTE du *Dictionn. encyclop. des sc. méd.* Paris, 1868, p. 272 et 277, pl. I et II.

(2) Voy. l'article LEUCOCYTE du *Dictionn. encyclop. des sc. médic.*, p. 272.

Les cellules fibro-plastiques offrent ces déformations lentes sous les yeux de l'observateur, par suite de resserrements et d'expansions courtes, onduleuses, obtuses, alternatifs en des points divers de leur superficie; mais elles sont loin d'être aussi prononcées que ceux des leucocytes, bien qu'ils soient dus certainement à des propriétés analogues de la matière organisée.



Fig. 83 (*).

Ce sont des mouvements ressemblant aux précédents, mais bien plus étendus quoique aussi lents, qui normalement amènent le resserrement et l'étalement des cellules (*chromoblastes*) pleines de matière colorante des poissons (G. Pouchet), de la peau des Batraciens (fig. 83), des Caméléons et d'autres animaux vertébrés ou invertébrés dont la couleur change chaque fois qu'ils se trouvent placés dans certaines conditions particulières de température, d'humidité, d'exposition à telle ou telle sorte de lumière, etc. (voy. p. 323).

Mouvements et migration cellulaires. — On sait que depuis Conheim (1868) on a fait jouer un grand rôle physiologique aux mouvements amiboïdes des leucocytes Rindfleisch résume ainsi les faits qui se rapportent à cette question (1). « En observant directement sur la grenouille vivante le mésentère préalablement étendu sur une plaque de liége, on voit que les veines se dilatent et que les globules blancs s'accolent contre la surface interne de la paroi vasculaire. Bientôt ces globules

(1) Rindfleisch, *Histologie pathologique*, trad. franç. par Gross. Paris, 1873, p. 89, 96, 92, 106, 115, 282, etc.

(*) *a*, *b*, *c*, Cellules ramifiées pleines de pigment noir de la peau de la *Rana temporaria*, L. *a*, noyau bien visible et plus ou moins masqué dans les autres cellules. *c*, *d*, cellules colorées en jaune à prolongements, s'allongeant et se resserrant avec anastomoses de l'un à l'autre. Grossissement de 300 diamètres. (Ch. Robin.)

envoient, à travers cette paroi, un prolongement qui se gonfle au dehors et forme une espèce de pont sur lequel passe successivement toute la substance cellulaire. Une fois en dehors des vaisseaux, les cellules progressent par leurs mouvements amiboïdes. S'il existe *un point particulièrement irrité, c'est lui qui détermine généralement la direction suivie par les cellules. Celles-ci s'accumulent de plus en plus en ce point et y forment une certaine quantité de tissu embryonnaire qui deviendra le point de départ de tous les changements ultérieurs* ». Ces changements ultérieurs sont le passage de ces leucocytes (dits alors *cellules amiboïdes* et *migratiles, globules de protoplasma*) à l'état de tissu fibreux (voy. p. 396), d'épithélium normal et pathologique (voy. p. 300, en note), etc., etc. Mais de plus, quand l'afflux des liquides est trop considérable, l'exsudation inflammatoire passe à la suppuration et les cellules migratiles *affluent de tous côtés vers un point central* qui sera le *foyer purulent.* Suivant Conheim, les *globules émigrés* ne se multiplient pas par scission et forment seuls tous les globules du pus. *Pour expliquer la présence des masses de pus souvent si énormes*, Rindfleisch admet au contraire que les *globules blancs émigrés se divisent et se multiplient.* Suivant lui aussi, les *éléments uninucléaires passent à l'état d'éléments à noyaux multiples* (1); *ceux-ci, impropres à tout développement ultérieur, se détruisent par métamorphose granulo-graisseuse* (2).

(1) Cette assertion n'est pas exacte; les leucocytes du sang, en effet, aussi bien que les plus récemment nés et très-petits à la surface des plaies, montrent un, deux, trois ou quatre noyaux à volonté, aussi bien que les plus gros, selon qu'on les traite par l'eau ou par l'acide acétique (voy. Ch. Robin, *Dictionn. encyclop. des sc. méd.* Paris, 1868, art. LEUCOCYTES, pl. II). Quant à la segmentation des leucocytes du pus, elle n'a, en fait, jamais été vue.

(2) Suivant Billroth, au contraire (*Pathol. chirurg. gén.*, trad. franç., 1868, p. 135), si ces leucocytes multinucléés se trouvent dans des conditions de nutrition favorables, ce sont eux qui passent à l'état de cellules fusiformes. Il y a si peu d'accord d'un auteur à l'autre dans toutes ces suppositions et si peu de descriptions des éléments observés pour les appuyer, qu'on pourrait croire que leurs auteurs ne tiennent aucunement à prouver ce qu'ils avancent et ne pensent pas au fond qu'il soit possible d'arriver à une démonstration quelconque touchant la manière réelle dont s'accomplissent ces phénomènes; que par suite, chacun serait en droit de supposer telle transformation que son imagination pourrait lui suggérer pour arriver à donner une explication des phénomènes sans avoir à se préoccuper de ce que l'observation peut avoir déjà prouvé antérieurement sur ce point. Faire dériver ainsi des leucocytes (inexactement assimilés aux *cellules blastodermiques* ou *embryonnaires* dont ils diffèrent en tous

Il pense, en outre, qu'il est très-probable que les cellules dérivant des cellules fibro-plastiques (p. 394), dans l'inflammation *deviennent aussi des cellules amiboïdes*, et enfin que *dans la suppuration des séreuses et des muqueuses on ne peut nier que l'épithélium prenne part à la production du pus* (1).

Il y a dans ce qui précède plusieurs faits qui demandent à être examinés séparément. Ce sont : 1° la contractilité des leucocytes qu'on dit amener leur *diapédèse*, c'est-à-dire leur sortie au travers des parois vasculaires, hypothèse dans laquelle leur origine réelle et leur augmentation de nombre ne sont pas indiquées ou dans laquelle on suppose (sans preuves) qu'ils sont de provenance splénique ou lymphatique (2); 2° leur migration extravasculaire les amenant soit à se grouper en *tissu embryonnaire* (voy. p. 298, 384 et 385), soit à sortir comme globules de pus à la surface des plaies et des membranes ou à se réunir en abcès selon la nature et l'intensité de l'irritation et du stimulus inflammatoire; 3° leur passage à l'état de corps

points) tant d'éléments, lesquels sans plus de preuves, Virchow faisait provenir de la prolifération et de la métamorphose des noyaux du tissu cellulaire, c'est manifestement donner le caractère facile du roman à la solution de questions pathologiques qui pourtant peuvent être scientifiquement résolues en suivant les règles logiques données par l'embryogénie histologique.

(1) De ces trois suppositions, Cornil et Ranvier adoptent seulement les deux premières parce qu'elles expliquent certains faits de suppuration, mais sans produire des observations personnelles à l'appui. Nous aurons à revenir, dans les dernières pages de ce volume, sur ce qu'a de peu scientifique cette manière d'adopter ou de repousser des hypothèses par ce seul fait qu'elles expliquent ou non les faits, comme s'ils ne devaient pas avant tout être observés. Pour les données qui infirment la prétendue formation des leucocytes par les épithéliums, voy. V. Feltz, *Sur l'inflammation de la cornée et du péritoine*. Journ. d'anat. et de physiol., 1870-71, p. 513, et *ibid.*, 1873, p. 113.

(2) La plupart des auteurs qui admettent la diapédèse des leucocytes laissent en général de côté la question de l'origine de ces cellules, de leur mode de production ou *leucocytose*. Pour Virchow, qui avec raison ne fait jouer aucun rôle pathologique à leurs mouvements amiboïdes, ils se formeraient par scission prolifiante des *noyaux du tissu cellulaire* (p. 387), amenée par l'irritation inflammatoire formatrice. Nous examinerons ce sujet dans les dernières pages de ce livre. Pour Stricker et autres, ils proviendraient des cellules fibroplastiques hypertrophiées (voy. p. 392 et 402) dont le noyau et le corps cellulaire, en se segmentant, donneraient pour produit non des éléments semblables à eux, mais des cellules fort différentes, les leucocytes. Ce fait aurait lieu aussi bien dans la cornée cautérisée, avant que les leucocytes puissent y arriver par migration (voy. p. 406), qu'aux dépens des cellules formant la paroi du capillaire et le tissu lamineux voisin (M. Duval, *Sur les rapports d'origine entre les globules de pus et les globules blancs*, Arch. de physiol. Paris, 1872, in-8, p. 168 et 351).

étranger dans ce dernier cas et dans l'autre, leur organisation en tissu embryonnaire, puis en fibres lamineuses, cellules épithéliales, capillaires, etc., suivant le lieu où leur migration les aurait fait arriver.

En ce qui concerne la diapédèse, des observations répétées me conduisent à me mettre du côté de ceux qui soutiennent que les leucocytes que l'on voit dans les espaces inter-vasculaires, alors que l'on examine les tissus enflammés, ne sont point ceux-là qui existaient primitivement dans les vaisseaux; en un mot, ils ne sont point sortis des vaisseaux, contrairement à ce qu'avancent A. Waller, Conheim et leurs imitateurs. En effet, on voit naître des leucocytes loin des vaisseaux d'abord, et l'étude de leur développement montre bien qu'ils sont nés sur place. Dans les capillaires, dans les veines et dans les artères même, alors que la circulation s'est arrêtée, on voit se produire des déformations des globules blancs (p. 522) qui s'étalent en montrant ou non des prolongements en pointes ou expansions amiboïdes; on voit même les leucocytes entraînés ainsi déformés dans la cavité des canaux sanguins. Mais malgré ces changements de forme et de place intravasculaires des globules blancs, jamais ils ne franchissent la paroi des capillaires ni des autres vaisseaux, pour se répandre dans les espaces intervasculaires. Ce qui a pu faire croire au passage des leucocytes à travers les parois vasculaires, c'est précisément leur apparition autour des vaisseaux dans des positions telles que souvent on les voit, par lumière transmise, situés sous le conduit, s'y déformer et s'y déplacer de telle sorte qu'ils semblent d'abord être en partie dans le capillaire et en partie en dehors; de là des esprits prévenus en faveur de la diapédèse des corps solides ont été conduits à dire qu'ils avaient vu sortir les leucocytes des vaisseaux. La leucocytose serait ainsi un simple fait de déplacement, d'ordre purement physique, dominé par la contractilité de ces cellules.

Jamais, du reste, la paroi vasculaire ne présente des stomates ou solutions de continuité destinées à donner passage aux globules blancs; ceux-ci ne peuvent non plus percer cette paroi qui est bien plus consistante qu'eux. Mais on voit apparaître le long de la face externe des parois des capillaires tant sanguins

que lymphatiques ou de plus gros vaisseaux, de petits points globulaires se présentant d'abord avec un volume de 0mm,001 seulement, c'est-à-dire bien moindre que celui des leucocytes normaux intra-vasculaires (1). Ils grossissent à vue d'œil. Ils sont rares d'abord le long de ces parois, mais leur nombre s'accroît rapidement, et ils sont contigus les uns aux autres par la suite. Ils arrivent ainsi à former plusieurs rangées, sous forme de manchon, le long de ces parois (2). Ce ne sont pas nécessairement ceux qui sont le plus éloignés du conduit vasculaire qui apparaissent en dernier lieu. Fréquemment les globules dont il s'agit se montrent contre la ligne extérieure qui limite le vaisseau, tangents qu'ils sont à cette ligne. Dans ces cas, il semblerait qu'ils naissent dans le vaisseau, si l'on n'avait eu soin de compter ceux qui s'y trouvaient d'abord, et si, de plus, au moyen de la vis micrométrique, on ne s'assurait pas du plan horizontal véritable dont ils occupent un point. On constate de la sorte, de la manière la plus nette, qu'il naît plus de leucocytes autour d'un capillaire en un temps donné, qu'il n'en passe dans ce conduit dans le même temps.

(1) Voy. V. Feltz, *Sur le passage des leucocytes à travers les parois vasculaires* (Journ. d'anat. et de physiol. Paris, 1870-71, in-8, p. 33 et 513); J. Picot, *Sur l'inflammation suppurative et le passage des leucocytes à travers les parois vasculaires* (Ibid., p. 465); Ch. Robin, *Dictionn. encyclop. des sc. méd.* Paris, 1869, in-8, art. Leucocyte, p. 257, 258, 269 et 270, pl. II, fig. 4 et 6); et Duval, *loc. cit.*, 1872, fig. 2 et 7. Quoique quelques auteurs nient avec Conheim les déformations des leucocytes encore intra-vasculaires, il est pourtant certain que dans les capillaires où ils sont immobiles depuis des heures ils changent de forme lentement, comme hors des capillaires (bien que d'une manière moins prononcée) et de telle sorte que ces changements sont manifestement autres que ceux qui sont dus à des actions de pression réciproque. Sur les grenouilles adultes et les têtards, quand la circulation se rétablit on peut en voir qui circulent encore déformés ou hérissés de petites saillies. Notons que sur les capillaires ainsi engorgés depuis une heure ou au delà, ces derniers sont souvent entourés de gouttelettes les unes incolores les autres teintées comme les hématies, accompagnées ou non de leucocytes. Elles sont larges de 0mm,003 à 0mm,009, à contour net, et on les voit suinter à l'extérieur de la paroi propre des plus minces capillaires comme le font diverses exsudations au travers de la paroi propre des cellules de la notocorde, etc. On voit aussi des gouttes pareilles et d'autres incolores dans le sang qui circule sur les poissons, les batraciens, et dans divers cas, soit normaux, soit morbides sur l'homme.

(2) Il suffit à certains micrographes d'avoir ce fait sous les yeux sur la coupe d'un tissu durci pour qu'ils affirment qu'il y a eu là une leucocytose par diapédèse, qu'il s'agisse de l'un des capillaires des réseaux lymphatiques d'origine ou d'un vaisseau sanguin.

Assez fréquemment, il s'en produit qui sont situés sous la partie du capillaire qui, dans le microscope, représente le bord du conduit, de telle sorte qu'ils paraissent en partie inclus dans ce capillaire et en partie en dehors de lui, et cela d'autant plus au premier abord que la superposition au globule clair de ce bord foncé donne une apparence d'étranglement au premier. C'est encore en comptant les globules primitivement renfermés dans le canal examiné, et en se servant de la vis micrométrique, que l'on s'assure de la situation véritable des leucocytes qui ont cette apparence et qui souvent présentent des expansions ou ces étalements d'un seul ou de plusieurs côtés et de diverses formes. Tous les espaces extra-vasculaires se remplissent finalement de leucocytes, de telle sorte que tous les vaisseaux sont englobés par les éléments qui se sont produits aussi bien loin d'eux que contre leurs parois. Mais même en poursuivant l'expérience pendant plusieurs heures, on ne voit à aucun moment les globules blancs intravasculaires abandonner la cavité du conduit dans lequel ils étaient renfermés. La *production des leucocytes* dans l'inflammation *est un fait de genèse*, ou pour être plus explicite : *les globules blancs se produisent directement, sans avoir été précédés d'autres cellules auxquelles on puisse les rattacher par voie de filiation substantielle directe.*

Il va sans dire qu'il n'est pas question dans ce qui précède des cas dans lesquels des capillaires plus ou moins engorgés, ou se contractant sur une colonne de globules oscillant dans leur canal se brisent en un point et laissent sortir des globules formant pétéchie. On observe ici des faits analogues à ceux déjà décrits par Stricker et Prussak (1), et que j'ai vérifiés souvent (2). Que le conduit présente ou non alors une petite ampoule latérale, on voit sortir, généralement, deux à quatre leucocytes d'abord, puis ensuite des globules rouges et des leucocytes dans la proportion de dix environ des premiers pour un des seconds. Ils forment ainsi sur le côté et à la longue autour du

(1) Stricker, *Sur la genèse et la structure des capillaires* (Journ. d'anat. Paris, 1867, in-8, p. 655-656).

(2) Ch. Robin, *Dictionn. encyclop. des sc. méd.* Paris, 1868, in-8, art. LEUCOCYTE, p. 269.

vaisseau un amas mamelonné. Un quart d'heure environ après que les globules ont cessé de sortir, les leucocytes sont exprimés, si l'on peut dire ainsi, hors de l'amas des hématies dont ils sortent en s'étirant, puis ils reprennent leur forme et restent d'abord contre lui, pour en être un peu écartés ensuite, avec ou sans déformation (1).

Ce qui prouve bien la nécessité de l'existence d'un orifice réel pour que les globules du sang sortent, c'est que : 1° leur issue ne se voit que sur un point d'un même capillaire ou sur plusieurs points très-éloignés les uns des autres ; 2° quand un globule passe, il en sort plusieurs, blancs ou rouges, et non à l'exclusion les uns des autres, soit de suite les uns après les autres, soit à quelques instants d'intervalle ; 3° quand (après engorgement et arrêt du sang il y a rétablissement circulatoire) ils sortent par le fond d'une petite ampoule, ils passent alors même que la circulation est très-active dans l'axe du vaisseau, tandis qu'on voit d'autres capillaires contractés sur les globules rouges et blancs qui les remplissent et qu'ils compriment sans que nul ne sorte.

Quant à la migration des leucocytes nés hors des vaisseaux ou qui en sont sortis, comme il vient d'être dit, elle est très-réelle. On peut en suivre aisément les phases dans le péritoine des grenouilles et des jeunes mammifères, comme dans la queue des têtards ; elle n'a du reste jamais été vue ailleurs. Mais ce qu'il y a de certain, c'est que rien dans ce qu'on voit ne justifie les assertions de ceux qui, sans autres données que celles dont il s'agit ici, affirment qu'ils ont sous les yeux des globules blancs se transformant toutes les fois qu'ils aper-

(1) Les uns et les autres de ces éléments sortent du canal sanguin en s'étirant et se réduisant au niveau de la paroi à un diamètre de 0mm,003 à 0mm,004 ; mais la portion sortie se renfle aussitôt et la cellule est alors en forme de bissac, à contours nets, réguliers, dont la portion extérieure grossit pendant que l'autre diminue sous les yeux de l'observateur. Il faut un quart à une demi-minute pour qu'un de ces éléments sorte, temps durant lequel on voit bien le contour de l'orifice qu'ils traversent. Ils restent parfois une demi-minute immobiles, sans déformation de leur contour, moitié au dehors, moitié au dedans du vaisseau. Lorsque les hématies contiennent encore des granules (p. 319), on voit bien leur mouvement brownien dans ces conditions et son absence pour les granules des leucocytes, parce que ces cellules restent quelques instants immobiles avant de pénétrer dans l'orifice de la paroi du capillaire.

çoivent des cellules épithéliales, des cellules fibro-plastiques et autres en voie d'évolution dans une plaie, une tumeur, etc., et que ces globules sont arrivés par émigration, ici, à la surface, là, dans la profondeur (p. 526) des tissus, alors qu'ils ne les observent qu'après la mort (1). Le déplacement des leucocytes extra-vasculaires a lieu, en effet, avec une rapidité et à des distances proportionnelles à l'intensité de l'exsudation du liquide hors des capillaires congestionnés et à la mollesse des tissus observés. C'est ce que montre bien la comparaison du phénomène dans le péritoine et dans la queue du têtard. Ce qui le prouve surtout, c'est que ce déplacement est aussi rapide sur les leucocytes qui restent sphériques que sur ceux qui, durant ce transport, offrent des expansions ou des déformations; de plus, la direction des expansions, filiformes, mamelonnées, en éventail ou en gerbe, sur un seul ou sur plusieurs points de la surface de la cellule, n'influe pas sur la direction de ce transport (2).

Pour ce qui regarde l'hypothèse de la transformation des leucocytes en *tissu embryonnaire*, puis en *fibres lamineuses*, etc. (et pour les besoins de laquelle les leucocytes sont appelés *cellules embryonnaires*, *cellules jeunes*, *globules protoplasmatiques*, etc.), elle n'est pas plus appuyée par l'observation que la précédente. D'une part, on ne peut s'empêcher d'être frappé de voir que ce passage d'un état à un autre des plus différents est admis en dehors de toute description de la forme, des réactions et de la structure des cellules originelles, comparativement aux mêmes caractères pris sur les états inter-

(1) Aussi rien à cet égard ne justifie les noms de *globules*, *cellules amiboïdes* et *migratiles* qui leur sont donnés d'après les suppositions précédentes seulement.

(2) Pendant ce transport, les leucocytes peuvent être arrêtés temporairement par des fibres du tissu lamineux ou par des expansions des chromoblastes qu'ils rencontrent. Sans être contigus, les leucocytes peuvent former des groupes qui sont transportés dans une même direction, sans conserver tout à fait la même situation relative. Quand ces groupes sont immobiles, on voit quelquefois les leucocytes s'écarter ou se rapprocher un peu les uns des autres en raison de leurs très-lentes déformations dans telle ou telle direction. C'est ce que l'on aperçoit surtout dans les têtards qui, en dehors de toute circonstance accidentelle, ont des leucocytes dans le tissu transparent de leur queue, fait qui n'est pas rare quand ils ont plus de 15 millimètres de long. Sans toucher l'épiderme, ils sont plus rapprochés de lui que du plan occupé par les capillaires venant de l'aorte.

médiaires qu'on devrait trouver entre ces cellules et les cellules fibro-plastiques, épithéliales, etc., qu'on dit en être une phase évolutive plus avancée et définitive.

D'autre part, on trouve toujours, dans des tissus sains entourant les kystes parasitaires ou autres, des leucocytes y ayant séjourné longtemps, sans que nul ne présente une phase quelconque du passage à l'état de cellule fusiforme à noyau ovoïde unique, à l'état de cellule épithéliale inattaquée par l'eau, etc. Ce fait est des plus remarquables dans la queue des têtards, quand elle contient (fait fréquent) une ou rarement plusieurs larves de distomes enkystées, formant une petite masse sphérique large au plus d'un dixième de millimètre. Là on voit cette dernière entourée d'une constellation de leucocytes d'autant plus rares et plus écartés qu'on s'éloigne davantage du kyste, et *vice versa* (1). Ils augmentent graduellement de quantité jusqu'à ce que l'accroissement du kyste, paroi propre et contenu, amène la rupture de la queue et la mise en liberté du parasite, par suite de l'atrophie des muscles et de la corde dorsale, qu'il comprime. Or, sur plusieurs tétards longs de 15 à 25 millimètres séparés des autres et observés pendant plus

(1) Il est entouré par eux comme certains capillaires des tissus enflammés sont entourés en manière de manchon (p. 529) par les leucocytes en raison de leur forme cylindrique. Parmi ces leucocytes, on en trouve quelques-uns qui sont trois ou quatre fois plus petits que les autres, manifestement en voie de croissance. L'acide acétique fait apparaître graduellement sur tous comme sur les mammifères (Ch. Robin, *Dictionn. encyclop.* Paris, article Leucocyte, p. 234-235), un amas nucléiforme qui se divise peu à peu en deux, trois ou quatre *noyaux*, en deux sur le plus grand nombre. Notons que sur les têtards observés pendant plusieurs heures, puis replacés dans leur bassin et observés de nouveau, on ne voit jamais sortir des leucocytes hors des capillaires avoisinant le kyste; capillaires tous à circulation très-rapide, mais pouvant être facilement ralentie. Bien qu'en général on ne trouve qu'une anse vasculaire avoisinant le kyste d'un seul côté, sans l'entourer le plus souvent, les leucocytes sont aussi nombreux du côté opposé à ce vaisseau que de l'autre, et toujours d'autant plus nombreux qu'on approche plus de la paroi du kyste. Ce fait et l'activité de la circulation prouvent que ce n'est pas l'état de celle-ci qui est directement la cause de la leucocytose, et que c'est certainement au contraire la manière dont la présence du kyste modifie la rénovation moléculaire nutritive du tissu ambiant. Ajoutons que parmi les leucocytes qui ont le volume ordinaire, on en voit qui sont très-petits. Quelques-uns de ceux-là et de ceux qui ont un volume moyen présentent de rares et très-lentes déformations, mais sans changement de place. Enfin quand le kyste siége dans la moitié droite de la queue, les leucocytes entourant le kyste ne s'étendent pas jusqu'à la moitié gauche et réciproquement.

d'une semaine, il m'a été impossible de constater un passage quelconque de ces cellules de l'état sphérique à l'état de cellule fibro-plastique fusiforme ou étoilée, ni de chromoblaste. Nul également n'offrait un passage à l'état de cellule épithéliale polyédrique, bien qu'il y en eût jusqu'au contact de la mince pellicule hyaline insoluble dans l'ammoniaque, sur laquelle repose l'épithélium cutané de ces animaux, et qui le sépare du tissu translucide sous-jacent. Nul également des leucocytes réunis à l'entour du kyste, qui, en petit nombre, sont distribués jusque dans les muscles, entre les faisceaux striés, n'offre une modification quelconque de l'ordre de celles que présentent les cellules embryonnaires lors de leur passage à l'état de faisceau musculaire (voy. p. 305).

Tous les leucocytes restent là à l'état de cellules sphériques finement grenues. Rien de plus net que les réactions caractéristiques présentées par tous sans exception au contact de l'acide acétique, sur les animaux sacrifiés dans le but de voir si quelques-uns commençaient à prendre la forme et les réactions des chromoblastes (p. 323) ou des cellules fibro-plastiques apercevables dans leur voisinage, mais sans qu'il fût possible de saisir une forme de transition de l'un à l'autre. Or, au sein des tissus d'animaux vigoureux, en voie d'accroissement, à circulation active, on ne saurait nier la supériorité des conditions voulues pour le passage des leucocytes à un état d'organisation plus élevé comparativement à ce que l'on suppose être dans les caillots (p. 423), les tumeurs, les plaies, si réellement la contractilité amiboïde des leucocytes les conduisait partout où les caprices de certaines imaginations les font aller, pour finalement constituer des cellules embryonnaires (1), un

(1) Désigner, par exemple, sous le même nom de *cellules embryonnales* ou *embryonnaires* et *cellules jeunes* les leucocytes et les médullocelles et les regarder comme ne formant qu'une seule espèce de cellules prêtes à se transformer ainsi en quelque autre espèce d'élément anatomique que ce soit ou à peu près, c'est en fait les assimiler aux cellules des trois feuillets blastodermiques (voy. p. 291 et suiv.) qui pourtant diffèrent déjà les unes des autres. Mais c'est avouer en même temps qu'on n'a jamais étudié ces cellules comparativement aux leucocytes aux divers points de vue de l'action de l'eau et de l'acide acétique; au point de vue surtout de l'action si frappante du carmin qui, ainsi que M. Ch. Legros l'a signalé le premier, colore uniformément en rouge intense les leucocytes, comme il le fait pour les noyaux cellulaires en général; mais sans

type originel, et y devenir fibre du tissu lamineux, cellule épithéliale, *corpuscule du tubercule* (Billroth) ou fibre-cellule même (Rindfleisch).

Mouvement amiboïde des cellules végétales. — Nous avons déjà noté que, lorsque la membrane des cellules de certaines plantes, telles que celle des myxomycètes, s'est rompue, et que le contenu azoté, creusé ou non, de vacuoles, est devenu libre (*protoplasma libre* de divers auteurs, voy. p. 245), il offre des mouvements lents analogues à ceux qui viennent d'être signalés. Ils amènent des changements incessants de forme de la substance observée avec ou sans soudure ou fusion des expansions produites.

Il y a deux choses à distinguer dans ces mouvements, aussi bien que dans ceux des amibes proprement dites, des cellules animales offrant des mouvements analogues, et dans le vitellus offrant des déformations incessantes de ce genre avant ou pendant la segmentation (voy. p. 178, en note).

Il faut distinguer d'abord les contractions lentes de la substance hyaline fondamentale, amenant les déformations de la masse, la production de ses prolongements avec ou sans varicosités changeantes et ondulations à la superficie. Il faut distinguer, en second lieu, les mouvements de transport mécanique que les contractions précédentes font subir aux granules divers que renferme la substance fondamentale. Ce déplacement, ce transport des granules avec groupement en tel ou tel point de la masse, est souvent fort manifeste dans les vitellus et les globes vitellins, pendant la production des globules

montrer ici de noyau, alors que dans les cellules blastodermiques, les médullocelles, les cellules du cartilage, etc., il colore le noyau seul; sans les avoir comparés non plus au point de vue de l'action ultérieure de l'acide acétique qui ne change rien à cet état sur ces dernières, tandis que dans les leucocytes rougis il fait apparaître sous les yeux de l'observateur de un à quatre noyaux restant rouges, par cohérence comme à l'état frais des granules, des granules colorés pendant que la paroi cellulaire reste incolore, puis se dissout au bout de quinze à vingt minutes. Quelques micrographes prétendent, il est vrai, qu'il n'est pas possible de tirer de l'action des agents chimiques sur les cellules des caractères permettant de distinguer celles-ci les unes des autres. Mais cette négation est tellement en contradiction avec toutes les données des méthodes scientifiques à la fois élémentaires et fondamentales et avec celles de la pratique de tous les jours qu'il n'y a pas nécessité de la discuter (voy. p. 60 et Ch. Robin, *Du microscope et des injections*. Paris, 1872, in-8, p. 268).

polaires, etc. Il ne l'est pas moins sous l'influence de la lumière dans l'intérieur même des cellules végétales pour les granules de chlorophylle (Böhm, Famintzin, Prilleux), et aussi pour d'autres granules des algues et des champignons dans certaines cellules dont le contenu azoté n'est pas à l'état utriculaire.

Pour les granules de chlorophylle spécialement, leurs mouvements ont été observés dans les cellules des crassulacées et dans celui des mousses. En une heure au plus, ils se portent graduellement d'une paroi vers la paroi opposée de cellules larges de 4 à 5 centièmes de millimètre ou au delà, sous l'influence de la lumière solaire ou de la lampe. Ils reprennent leur place primitive dans le même espace de temps, quand la préparation est remise dans l'obscurité (Prilleux).

Dans le cas de la production des prolongements périphériques de la masse, dits *pseudopodes*, le cours des granules dans le sens de leur longueur, est souvent plus rapide que ne le sont les contractions de la substance fondamentale. Cela tient à la manière dont leurs groupes sont comprimés par celle-ci, et à la moindre consistance de la substance dans laquelle sont incluses les granulations comparativement à sa portion superficielle.

En général, les mouvements amiboïdes de l'utricule azoté qui ont lieu dans l'intérieur des cellules, des cellules végétales surtout, ne sont décelés que par le déplacement plus ou moins lent de leurs granules avec ou sans groupements temporaires ou permanents de ceux-ci. Parfois pourtant l'utricule azoté s'écarte un peu de la paroi de cellulose, et un liquide hyalin remplit l'espace ainsi produit.

Il est on ne peut plus important de ne pas confondre les mouvements des granules intra-cellulaires dus aux contractions de la substance azotée dans laquelle ils sont englobés avec la *cyclose*. Celle-ci est le mouvement particulier de gyration que, dans la cavité de l'utricule azoté, présente le *protoplasma* fluide proprement dit ou de H. Mohl (p. 241). Les cellules des Characées, des *Tradescantia*, des poils des orties, en présentent les exemples les plus connus.

L'action des agents physiques et chimiques sur les cellules

et les animaux qui présentent des mouvements amiboïdes est peu instructive au fond. Toutefois la nullité de l'influence des courants électriques tend à montrer que cet ordre de contraction ne peut être assimilé à celui des fibres musculaires. Les courants énergiques rendent variqueux les prolongements amibiformes, ralentissent le cours des granules et ces prolongements se rétractent; mais ensuite aucun mouvement ne réapparaît. Aussi, contrairement à Kühne, Wundt pense-t-il avec raison que ces courants n'influent qu'en raison de la décomposition chimique des principes de la substance dont ils causent la mort.

Ces mouvements se ralentissent à mesure que la température descend au-dessous de 10 degrés, tant sur les plantes que sur les animaux. Ils s'accélèrent entre 10 et 20 ou 22 degrés; ils se ralentissent au delà pour cesser entre 43 et 45 degrés quand il s'agit des animaux, et entre 45 et 48 degrés si l'on opère sur des cellules végétales.

L'eau n'a aucune influence, prompte du moins, sur les mouvements amibiformes des Rhizopodes, ni du vitellus et des globes vitellins des animaux qui pondent leurs œufs dans l'eau. Il en est de même pour celui de l'utricule primordial des Characées et des Diatomées. Mais elle arrête ces mouvements quand il s'agit du contenu des plantes à vie aérienne, de la plupart des cellules animales, telles que les leucocytes, les cellules du cartilage, etc. Les acides et les alcalis même étendus les font cesser promptement et tout à fait.

Les expansions amibiformes de ces cellules et de celles dont il a été question plus haut, s'allongent en général avec une vitesse de 1 millième de millimètre par seconde, rarement plus. Toutefois sur les Amibes proprement dites et autres Rhizopodes, leur vitesse et celle des déformations des contours peut être deux fois plus grande.

Indépendamment des mouvements vibratiles ou ciliaires et amiboïdes que présentent diverses cellules reproductrices des plantes, il en est d'autres encore qu'il faut signaler ici. Ce sont les mouvements de cause encore très-peu connue des diatomées, ceux un peu différents des cellules ou spores de certaines levûres. Il faut en rapprocher ceux des spores (*Microzyma* et

Micrococcus) des Bactéries ou Leptothrix et autres plantes unicellulaires ou pauci-cellulaires du groupe des Vibrioniens autrefois considérées comme des animaux ; car bien que ces plantes, quand elles ne sont pas englobées par une gangue, se meuvent avec bien plus de vivacité que les premières, les mêmes agents activent ou retardent leurs mouvements.

Parmi ces derniers on distingue ceux qui sont généralement rectilignes et se meuvent avec vivacité : ce sont les vrais *vibrions*. D'autres sont toujours en forme de filament tordu en hélice et se meuvent en tournant autour de l'axe de celle-ci : ce sont les *Spirillum*. Ils accompagnent souvent les précédents. Leur faculté de locomotion se retrouve sur beaucoup de conferves (*Diatomées*, *Oscillaires*, *Sulfuraires*, etc.). A l'état de spore (*Microzyma* et *Micrococcus*), ils offrent un mouvement brownien comme tous les granules de ce volume. Mais en outre celles des *Leptothrix* (voy. p. 47) présentent un mouvement d'agitation particulier, très-vif, avec déplacement qui se distingue du mouvement brownien en ce que l'ammoniaque, l'acide acétique, etc., le font cesser, tandis qu'ils n'influent pas sur le mouvement brownien. Quand celles du *sang de rate* ou autres sont arrivées à l'état de *bactéries* ou de *bactéridies*, ils n'offrent plus qu'un mouvement oscillatoire avec ou sans légères inflexions, avec ou sans progression proprement dite suivant les circonstances, quand ceux-ci, après un à trois jours, selon l'état de la température, sont arrivés à une longueur de 1 à plusieurs dixièmes de millimètre, ils ne présentent plus de mouvements propres.

Le mouvement spiroïde des *Spirillum* se retrouve dans les conferves du genre *Spirulina* (Kützing). Enfin, pour toutes ces conferves, comme chez les Vibrioniens, la progression a lieu indifféremment et souvent alternativement par l'une ou par l'autre des extrémités. Les Vibrioniens sont insolubles dans l'ammoniaque et non solubles comme le sont les infusoires animaux, mais ce réactif arrête leurs mouvements (1).

(1) La solution de *fuchsine* colore en rouge intense ces diverses formes végétales sans arrêter leurs mouvements, du moins pendant assez longtemps. Ne laissant plus passer la lumière comme avant, elles paraissent plus épaisses, à bords plus nets, et leur examen devient plus facile. Cette action tinctoriale est

Leurs deux extrémités, généralement semblables (1), n'ont aucun caractère particulier qui puisse y faire distinguer la tête ou la queue, et leur progression, qui se fait aussi bien et indifféremment par l'une ou par l'autre de ses extrémités, prouve qu'il n'y a point entre elles de distinction. En cela même les Vibrioniens se séparent nettement des animaux chez lesquels des segments isolés, des tronçons expérimentalement détachés, suivent toujours, dans leur progression, la direction que leur eût donnée la tête.

CHAPITRE II

DE LA NÉVRILITÉ.

On donne le nom de *névrilité* au mode d'activité qui est propre aux éléments nerveux, c'est-à-dire à cette propriété vitale élémentaire par laquelle ces éléments reçoivent les impressions du dehors, les transmettent au dedans et réagissent avec ou sans transmission aux éléments contractiles.

Le terme *innervation* indique les manifestations générales ou spéciales de la névrilité, son accomplissement, comme le mot *contraction* désigne toute manifestation de la contractilité.

Nous ne pourrions étudier la névrilité si les parties contractiles en relation avec les nerfs ne venaient, par leurs mouvements (voy. p. 169), nous montrer les divers degrés de ses manifestations (2).

plus ou moins prononcée d'une espèce à l'autre de ces vibrioniens ; elle n'a pas lieu ou n'est que tardive sur ceux qui sont englobés dans une gangue hyaline (voy. p. 47).

(1) Les *bactériens*, que l'on trouve dans le sang acide des veines sus-hépatiques sur le cadavre, après certaines maladies, et d'autres liquides en voie de fermentation (lactique?) ont néanmoins une petite goutte jaunâtre brillante intracellulaire à l'une de leurs extrémités.

(2) C'est ce rapport généralement constant entre le degré de sensibilité et l'intensité des contractions qui a fait penser à Whytt, Barthez, etc., que la contractilité et la sensibilité étaient une même propriété ; ou à Winter, que c'était bien deux propriétés différentes, mais qu'elles résidaient toutes deux dans le nerf. C'était s'éloigner on ne peut plus du véritable point de vue de la physiologie qui nous les montre comme étant chacune l'attribut d'une espèce distincte d'éléments agissant *sponte suâ*, comme le dit Haller. Voy. p. 166.

La propriété de contractilité se constate à l'aide du microscope par l'examen direct des éléments anatomiques qui en sont le siége, car on voit tantôt à la fois un mouvement de leurs parties et un changement de forme, tantôt seulement un changement de place de quelques unes de leurs parties, avec ou sans locomotion, comme dans les cellules épithéliales à cils vibratiles et les spermatozoïdes. Mais il n'en est pas de même pour la névrilité, quel que soit celui de ses modes secondaires dont il s'agit. Là tout se passe sans que rien ne devienne visible, et dans les déterminations du genre de celles dont je viens de parler on ne fait que conclure pour les éléments de ce que l'expérience directe montre dans les tissus.

Quoiqu'on n'ait pas encore expérimenté sur les éléments nerveux isolés, on peut, par induction, leur attribuer les mêmes propriétés qu'au tissu nerveux. Or, la névrilité présente trois modes fondamentaux : 1° la sensibilité; 2° la pensée; 3° la motricité.

A. *Sensibilité.* — Ce mode de la névrilité est caractérisé par ce fait, que les éléments nerveux qui en jouissent (à l'exclusion des autres), après avoir reçu une impression du dehors, la transmettent de ce point à un autre où ils la perçoivent.

Il y a des animaux plus simples que les tubes et cellules nerveuses quant à leur constitution, plus petits que ces dernières et même que les tubes, qui pourtant sont sensibles, comme le montrent les mouvements qu'ils font pour éviter ou rechercher les agents à l'influence desquels on peut les soumettre. Ces êtres, comme les Monadiens, Volvox, Amibes, Kolpodes, etc., ne sont pas plus complexes et même le sont moins que les cellules attenantes aux tubes nerveux; mais on ne sait pas encore s'il y a dans la substance homogène et les granules qui constituent ces animaux des parties différentes jouissant l'une de la sensibilité et l'autre de la contractilité. Il est impossible d'y apercevoir des éléments distincts des cils, de la paroi et de la masse du corps contractiles, que l'on puisse déjà reconnaître positivement comme spécialement sensibles.

Dans toute manifestation de la sensibilité, on distingue trois actes secondaires ; ce fait est en corrélation avec la disposition fibreuse et tubuleuse allongée des éléments nerveux qui en

sont le siége. Ces trois actes sont : 1° l'*impressionnabilité*, ou propriété d'être influencé ou impressionné, faculté de recevoir une impression au *point de terminaison* des nerfs ; 2° la *transmissibilité*, ou propriété de la fibre de transmettre l'impression au delà du point où celle-ci a été produite ; 3° la *perceptibilité*, ou faculté de percevoir au point opposé à celui où a eu lieu l'impression, c'est-à-dire dans les cellules ganglionnaires ou cérébro-rachidiennes.

On donne le nom de *sensation* au résultat de ces trois actes élémentaires : supprimez l'un quelconque d'entre eux, et il n'y a plus sensation.

La sensation, prise en elle-même, varie corrélativement avec la rapidité, l'intensité, etc., de chacun de ces actes élémentaires. Si l'impressionnabilité des extrémités nerveuses dans une main est rendue plus grande par certaines circonstances particulières, l'impression sera plus vive qu'à l'autre. De même pour la perceptibilité ; de même certainement aussi pour la transmissibilité; de même *à fortiori*, si les éléments sont dans de telles conditions ou constitués de telle sorte que les trois actes secondaires ci-dessus s'accomplissent tous avec plus ou moins d'intensité et de rapidité dans un cas que dans l'autre.

D'une région du corps à l'autre, ou mieux d'une variété d'élément nerveux à l'autre, la sensibilité peut elle-même offrir des modes divers, constants pour chaque variété anatomique : de là les divisions de la sensibilité en *sensibilité spéciale* et *sensibilité générale*. La première ne fait percevoir que les impressions produites par des agents de nature déterminée ; la seconde, au contraire, est mise en jeu par un assez grand nombre d'excitants divers. Mais c'est en traitant de chacune des espèces d'éléments anatomiques, et surtout des tissus, que ce sujet devra être examiné.

La disposition des fibres nerveuses à leur terminaison périphérique, et dans leur trajet, a permis de se rendre compte d'une manière plus complète des conditions d'existence et d'accomplissement de l'impression et de la transmission de l'extérieur vers les centres nerveux, que de celles de la perception, ainsi que de celles de l'acte appelé *volition spontanée*

ou *réfléchie*, transmise aux muscles par d'autres tubes nerveux doués aussi de la transmissibilité. Mais les recherches sur la nature de la perception, les hypothèses sur son essence, sont aussi peu fondées que les anciennes hypothèses physiques sur la transmission, qui ont été démontrées fausses par les expériences mêmes qui étaient destinées à en préciser la nature. Ces hypothèses n'ont eu d'autre utilité que celle tout à fait indirecte de prouver que le phénomène n'est analogue ni aux actions électriques ni à d'autres actes physiques déjà connus, que par exemple elle s'accomplit avec une vitesse de 28 à 32 mètres seulement par seconde.

Il est prouvé anatomiquement que les parties de chaque élément nerveux (tube sensitif) qui perçoivent l'impression transmise (cellule nerveuse centrale), sont en continuité de substance avec la partie du tube qui transmet ; les cellules dans lesquelles s'opère consécutivement à la perception l'acte dit de *volition spontanée* ou *réfléchie* sont en continuité avec les précédents et, d'autre part, entre eux par l'intermédiaire des cylindre-axes qui les relient ainsi en un tout. D'un autre côté, les cellules accomplissant ces actes sont en continuité de substance avec des cellules différentes, et celles-ci avec une autre portion d'élément appelé *tube moteur*, qui transmet la volition du centre à la périphérie, du centre nerveux aux éléments contractiles. Ces tubes diffèrent de ceux qui transmettent l'impression de la périphérie au centre par le manque des cellules ganglionnaires que possèdent ceux-ci.

B. *Pensée.* — La pensée est ce mode de la névrilité qui est propre aux éléments anatomiques de l'encéphale, et qui a pour résultat la production des idées instinctives et intellectuelles, pouvant être exprimées ou non.

L'obligation de se nourrir de corps vivants suppose chez les animaux, d'une part, la faculté de les discerner (*sensibilité* et *volition*), et de l'autre, celle de les saisir (*motricité* et *contractilité*). L'être vivant, entièrement solitaire à l'état de végétal, établit par ces facultés, des rapports habituels avec ce qui l'entoure. Si la vie de relation était bornée là, elle n'offrirait qu'un caractère purement individuel, n'ayant pour résultat que de satisfaire à la nutrition. Mais il y a quelque chose de plus,

dans ces propriétés de la vie animale, que la *contractilité* et que la *sensibilité*, reliées par la *transmissibilité motrice*. En effet, outre ces deux derniers modes, névrilité comprend encore comme inhérente à certains éléments de l'encéphale une modalité intermédiaire qui caractérise mieux qu'aucune autre l'animalité, et qui établit entre elles une liaison qui est soit directe (*actions réflexes*), soit indirecte. Ce mode de la névrilité est la volition en tant qu'acte simple; affectés par les sensations, ces éléments nerveux cérébraux suscitent ce que nous appelons les idées *instinctives* et *intellectuelles*, et leur résultat commun, qui est la *volonté* fait surgir les actes de motricité conduisant à l'exécution de mouvements divers.

En disant que certains éléments anatomiques ont la propriété de se contracter, de penser, sentir, déterminer le mouvement, il ne faut point confondre ces propriétés avec la *nutrition* ou ses modifications, telles que la *sécrétion* ou l'*absorption*. C'est pourtant ce qu'on pourrait croire de ceux qui prétendent qu'en rapportant la pensée à certains éléments anatomiques, c'est dire que le cerveau reçoit du sang, le travaille à sa manière, et en fait sortir les désirs, l'intelligence et le caractère. Le sang, dans le cerveau, ne fait pas plus de la pensée que dans les muscles il ne fait de la contractilité; ces actes ne sont point des produits fournis par le sang et élaborés par les tissus comme le sont les liquides sécrétés par les glandes ou les gaz exhalés par le poumon. Le sang, dans le cerveau, fait des éléments nerveux, dans les muscles des fibres musculaires; il les nourrit, c'est-à-dire leur fournit et leur enlève des matériaux pour les maintenir dans un état de stabilité convenable à leur action spéciale. Celle-ci a lieu alors plus ou moins bien selon l'état des éléments : contractilité ici, sensibilité là, pensée ailleurs, motricité enfin dans quelque autre point. Mais ces actes ne sont point comparables à ceux du foie ou à l'usage de tout autre organe. C'est une manière d'agir propre à ces éléments, qui a pour condition d'accomplissement l'existence des éléments anatomiques dans tel ou tel état que maintient la nutrition; qui a pour condition, par conséquent, la nutrition, mais qui est complétement distincte de celle-ci. Ces éléments

sont le siége de la nutrition, puis de la contractilité ou de la pensée, selon les espèces, mais sans que les secondes de ces propriétés, qui supposent l'autre accomplie, soient une conséquence ou un mode de la première.

C. *Motricité.* — La motricité ou *incito-motricité* est le nom donné au mode de la névrilité propre aux éléments nerveux céphalo-rachidiens par lequel la *contraction* des fibres musculaires est déterminée par l'intermédiaire des tubes périphériques qui se rendent sur elles; c'est d'après cela qu'on les dit *moteurs.*

Ce mode de la névrilité appelé *motricité* ne s'observe que sur des éléments nerveux qui ne jouissent pas de la sensibilité, et qui en diffèrent anatomiquement sous quelques rapports. Il se décompose, comme la sensibilité, en trois actes secondaires en corrélation chacun avec la disposition tubuleuse allongée des éléments qui en sont le siége. Ces trois actes sont : 1° La *motricité* s'opérant naturellement dans la cellule d'origine du tube ou des centres nerveux : c'est la faculté qu'ont certaines cellules nerveuses d'influencer les éléments contractiles, de susciter en eux la contraction par l'intermédiaire d'un prolongement de ces cellules; 2° la *transmissibilité motrice* ou propriété du tube nerveux de transmettre cette incitation, cette *influence* au delà du point central de la cellule où elle a été produite; 3° l'*incitation motrice proprement dite* ou faculté qu'a l'extrémité terminale du tube nerveux de communiquer à un élément de nature différente, l'élément musculaire, l'incitation amenée jusque-là, de manière à susciter enfin la contraction.

Il y a deux modes d'incitation motrice en rapport avec les deux modes principaux de sensibilité dont nous venons de parler, relations physiologiques qui sont déjà indiquées par les rapports anatomiques des tissus nerveux correspondants. Ce sont :

1° Une impression transmise par les nerfs viscéraux ou même par les nerfs cutanés et leurs analogues arrivant aux cellules de la colonne grise postérieure du névraxe, peut ne pas s'étendre jusqu'aux centres de perception, etc. (*sensation non perçue* ou *sensibilité sans conscience* de divers auteurs);

elle suscite immédiatement la mise en jeu des cellules avec lesquelles elle est anastomosée au même niveau dans la colonne grise antérieure, comme par une répercussion directe transmise aux fibres musculaires de la manière qui vient d'être indiquée (*névrilité réflexe, actions réflexes ou involontaires, mouvements réflexes, automatiques*, etc.). Les effets ou mouvements varient naturellement selon que la transmission a lieu sur les fibres à contraction lente (fibres-cellules) des viscères, des vaisseaux, etc., ou sur celles à contraction rapide (fibres striées); selon que dans ce dernier cas ce sont les faisceaux du cœur, des muscles respirateurs ou des membres qui reçoivent l'incitation (1).

(1) On ne connaît pas aussi bien la nature de l'action nerveuse centrale et de sa transmission que celle de la contraction (p. 520). Ce sont probablement aussi des vibrations proprement dites. En tout cas, il faudra connaître ce qui caractérise cette transmission pour arriver à déterminer la nature de l'acte intime qui se passe entre la terminaison des fibres nerveuses et les fibres musculaires, 1° chaque fois qu'est suscitée une contraction, volontaire ou non; 2° chaque fois aussi qu'est suscitée la décharge des organes électriques, qui comme les muscles reçoivent des nerfs des racines nerveuses antérieures, c'est-à-dire agissant du *dedans au dehors*, des centres nerveux vers les organes possédant des fibres contractiles. C'est aussi des nerfs agissant de la sorte sur des éléments contractiles ou non, mais pour accomplir les *actes chimiques* caractéristiques de l'assimilation et de la désassimilation, que devraient être rapprochés les prétendus nerfs dits *trophiques*, s'ils existaient en dehors des nerfs vaso-moteurs; nerfs dont on aurait dû démontrer d'abord l'existence dans les plantes où les phénomènes *trophiques* ou de nutrition sont bien plus énergiques et persistants que sur les cellules animales. Les phénomènes d'absorption et de sécrétion n'étant que des cas particuliers de l'assimilation et de la désassimilation, on a étendu naturellement l'hypothèse de l'existence des nerfs trophiques jusqu'à l'admission de *nerfs sécréteurs*, se rendant aux cellules épithéliales glandulaires même pour y susciter et y régir directement les actes de formation chimique des composés caractéristiques de la bile, du liquide pancréatique, etc. et même la formation des spermatozoïdes dans le testicule. Je n'ai pas à revenir sur ce que j'ai dit ailleurs concernant ce sujet (*Journ. d'anat. et de physiol.* Paris, 1867, in-8, p. 291, et Littré et Ch. Robin, *Dictionn. de méd.* Paris, 1873, in-8, 13e édit., art. VASO-MOTEUR), ni sur ce fait que si, dans chaque cellule la nutrition, la sécrétion, etc., étaient sous l'influence d'une fibre nerveuse, comme l'est la contraction du cœur, etc., les cellules nerveuses qui les envoient devraient s'en envoyer elles-mêmes; mais il est nécessaire d'ajouter que s'il devait y avoir quelque part des cellules pourvues de nerfs analogues, c'est-à-dire régissant les actes moléculaires ou chimiques intimes, ce sont les cellules épithéliales ciliées et les spermatozoïdes qui devraient montrer les plus gros. Or ils n'en possèdent pas. Que l'on examine du reste la quantité de force déployée par les spermatozoïdes et surtout par les cils vibratiles rapidement agités, faisant tournoyer sur elles-même pendant vingt-quatre et quarante-huit heures les cellules détachées des muqueuses quand elles sont dans un liquide convenable, et l'on verra que non-seulement nul nerf ne les pénètre, mais

2° L'impression transmise aux cellules de la colonne grise postérieure de la moelle peut s'élever jusqu'aux centres de perception. Cette perception ayant eu lieu, peut être immédiatement transmise aux cellules d'origine des fibres nerveuses motrices correspondantes et déterminer un mouvement involontaire, comme dans le cas précédent, bien qu'il y ait eu perception. C'est ainsi qu'une impression de contact sur la cornée, suscite les contractions de l'orbiculaire des paupières.

3° Cette perception peut s'élever encore au delà si l'on peut ainsi dire et susciter des *pensées* dont le résultat est la volonté, manifestée par des actes de *motricité volontaire*, ou de la vie de relations dont certaines parties des centres nerveux sont transmis aux fibres des muscles dits volontaires ou soumis à la volonté. L'activité de ces centres peut être suscitée par les pensées de retour ou de souvenir se rattachant à ces anciennes impressions. Elle succède à une détermination prise d'après des pensées suscitées par les besoins des viscères végétatifs et transmises par le grand sympathique. Dans ces deux cas, bien qu'elle ait lieu, sa manifestation peut être empêchée par une apoplexie cérébrale, une compression ou une interruption des nerfs moteurs chargés de la transmettre, ou enfin seulement par une lésion des muscles. Il n'y a pas une différence aussi tranchée, entre l'incitation *motrice volontaire générale* et la *spéciale*, qu'entre les *sensibilités générale* et *spéciale;* pourtant il y a là une distinction à établir. De même que chaque nerf spécial des organes des sens a des nerfs moteurs correspondants, de même le nerf spinal doué de la propriété de transmettre l'incitation volontaire soustrait par moments à l'incitation motrice involontaire les muscles inspirateurs qui lui sont habituellement soumis et les restitue à la vie de relation : aussi, n'ayant point de racine sensitive correspondante, comme tous les autres nerfs moteurs, il prend origine sur la limite des deux tissus moteurs et sensitifs des centres nerveux.

encore que si leur substance n'était pas le siége d'une rénovation nutritive continue, elle ne suffirait pas à une telle dépense d'activité. Ces remarques s'appliquent naturellement aux cils vibratiles des cellules blastodermiques faisant tourner le corps de bien des embryons, encore dépourvus de tout élément nerveux, aux spermatozoïdes, aux zoospores et aux corps reproducteurs ciliés analogues, propres à beaucoup de cryptogames.

TROISIÈME SECTION

DU RÔLE PARTICULIER REMPLI PAR CHAQUE ESPÈCE D'ÉLÉMENT DANS LES ACTES COMPLEXES DE L'ÉCONOMIE.

Nous avons vu qu'une fois connus les éléments anatomiques, il n'y a plus à étudier des objets nouveaux dans l'économie; mais seulement des parties qui résultent d'arrangements particuliers des éléments les uns par rapport aux autres; c'est-à-dire des dispositions de plus en plus complexes que les éléments constituent par leur association en tissu d'abord, en systèmes, en organes, en appareil, et enfin en un tout qui est l'organisme.

De même aussi une fois connues, les qualités élémentaires inhérentes à la substance organisée que nous venons de passer en revue, il ne reste plus rien de nouveau à proprement parler à étudier dans l'organisme en fait d'actes, si ce n'est ceux qui sont la résultante de la manifestation simultanée de plusieurs des précédents, dans des conditions de plus en plus complexes, et dont la complication croissante est indiquée par celle des tissus, des systèmes, des organes, etc. (voy. p. 168).

Lorsqu'on vient en effet à analyser les actions complexes accomplies par ces parties du corps, on voit toujours qu'elles se rattachent essentiellement à l'une des propriétés élémentaires de la substance organisée, qui en est la condition d'existence fondamentale et qui les représente à l'état d'ébauche. Si ces actes semblent parfois nouveaux par rapport aux qualités inhérentes à la substance organisée et étudiées précédemment, un examen du phénomène aux diverses périodes de son accomplissement montre bientôt que le fait qui vient d'être énoncé reste néanmoins exact, parce que les différences observées tiennent à ce que les éléments anatomiques manifestent ces propriétés chacun avec certaines particularités d'intensité, de rapidité qui lui sont propres, et qui sont en rapport avec sa structure spéciale.

On voit dès lors combien il importe, pour la physiologie normale et pathologique, de pouvoir et de savoir déterminer les caractères de chaque espèce d'élément anatomique, afin

de les distinguer les unes des autres. Il faut, de plus, examiner 1° quel est le rôle spécial que remplit dans l'économie chaque élément, en raison des qualités élémentaires inhérentes à la substance que nous connaissons; 2° quels sont les actes complexes d'ordre organique qui découlent de la manifestation simultanée de plusieurs de ces dernières; 3° comment ils varient suivant les conditions de rénovation moléculaire dans lesquelles se trouvent les tissus, ainsi que les humeurs, puis selon le mode de réunion de ces parties élémentaires en organes et en appareils.

C'est seulement ainsi que pourra être établie une liaison rigoureuse des phénomènes les plus simples aux plus complexes, rendant compte des variations de ces derniers, et, que par suite, pourra être donnée une nomenclature exacte des uns et des autres, à l'état sain comme dans les conditions morbides.

Rien de plus manifeste que le rôle particulier que sont appelés à remplir les éléments auxquels sont inhérentes, la *contractilité* chez les uns, la névrilité chez les autres, propriétés spéciales, surajoutées en quelque sorte chacune de son côté aux propriétés végétatives ou communes. Ils remplissent ce rôle directement en vertu même de leurs attributs spéciaux. Rien de plus tranché, par conséquent, que ce dont ces éléments sont facteurs, si l'on peut ainsi dire. Mais les éléments qui sont dans ce cas sont peu nombreux. Reste le nombre bien plus considérable de cellules qui ne jouissent pas de propriétés animales, et qui n'ont d'autres qualités d'ordre vital que les propriétés végétatives. Peut-être pourrait-on croire que ces éléments remplissent tous un même rôle physiologique, et peuvent, sous ce rapport, être rapprochés ou confondus sans inconvénient. Ce serait là commettre une grave erreur; il en serait de même si on les considérait comme *indifférents*, c'est-à-dire sans rôle aucun, ne fût-ce que pour un certain temps (1).

D'abord, chaque espèce se nourrit, se développe et se reproduit avec des degrés différents d'énergie et de rapidité tant à

(1) Voy. Ch. Robin, *Des éléments anatomiques et des épithéliums*. Paris, 1867, in-8, p. 70 et suiv., et *Programme du cours d'histologie*. 1870, 2e édit.

l'état normal qu'à l'état pathologique, et ce fait devient surtout manifeste dans ces dernières conditions.

Mais pourtant ce n'est pas encore là le rôle que chacun doit remplir ; ce dernier consiste en un mode spécial d'activité surajouté en quelque sorte à ces propriétés végétatives qui lui sont inhérentes, qui, au point de vue dynamique, représentent les conditions sans lesquelles ce rôle ne pourrait pas être rempli.

Il est des éléments qui jouent dans l'économie un rôle particulier en raison de ce que l'une de leurs qualités d'ordre physique existe à un haut degré d'exagération en quelque sorte, par rapport à ce qu'elle est dans les autres espèces d'éléments anatomiques. C'est ainsi, par exemple, que le rôle spécial que jouent les fibres élastiques dans beaucoup de tissus, dans celui de ce nom en particulier, résulte de ce que leur élasticité est extrême, comparativement à ce qu'elle est dans les autres espèces d'éléments.

La possibilité de former des organes de sustentation résistants, peu élastiques, que possède le tissu osseux reconnaît pour cause la grande consistance que possède sa substance fondamentale, par rapport à la plupart des autres espèces d'éléments. C'est en raison de cette particularité d'ordre physique que le tissu composé principalement par cet élément est doué de cette ténacité dont c'est là le principal attribut caractéristique, au point de vue des usages du squelette.

Le rôle particulier rempli par l'élément cartilagineux ne dépend pas de l'une de ses qualités végétatives, mais de sa consistance et de son élasticité à la fois, propriétés physiques qu'il possède à un degré à peu près égal, mais qui se voient là à un degré bien plus prononcé que dans beaucoup d'autres espèces, à l'exception des deux précédentes.

Souvent, ces particularités caractéristiques concernant le rôle spécial rempli par les cellules sont subordonnées aussi, dans de certaines limites, à leur forme, à leur volume et à d'autres attributs d'ordre mathématique. Il en est dans lesquelles elles dépendent de ce que quelqu'une de leurs propriétés hygrométriques ou d'ordre chimique sont très-prononcées, plus que sur les autres espèces, soit au point de vue de la résistance à l'influence de beaucoup d'agents, soit au point de

vue de leur facilité à se combiner à eux. Elles dépendent aussi fréquemment de ce que les éléments présentent quelque particularité de structure caractéristique. C'est ainsi que le rôle de conduit protecteur que jouent le myolemme et le périnèvre est dû à leur disposition tubuleuse associée à un certain degré de résistance et d'élasticité.

Mais, pour la plupart des espèces de cellules qui ne possèdent que les propriétés végétatives, le rôle spécial que remplit chacune d'elles est la conséquence de ce que l'une ou l'autre de ces trois qualités élémentaires s'y manifeste sous quelque rapport remarquable, soit d'une manière absolue, soit comparativement aux autres espèces d'éléments qui dans un tissu accompagnent celle dont il s'agit.

Il est, par exemple, des cellules qui remplissent un rôle spécial, en raison de ce que leur composition propre fait qu'elles assimilent certains principes immédiats à l'exclusion des autres, ou au contraire parce que, une fois formés dans l'épaisseur de ces éléments, certains de ces principes sont désassimilés aussitôt, ou le sont en proportion considérable comparativement à ce qui a lieu dans les autres espèces d'éléments. Il en résulte qu'indépendamment de leur nutrition propre, ces éléments remplissent un rôle particulier qui a cette dernière pour condition d'existence et qui se rapporte à la nutrition générale du tissu dont ils font partie.

C'est ainsi que les cellules qui entrent dans la composition de la moelle des os jouent un rôle spécial qui se rapporte à la nutrition du tissu osseux; laquelle, dans ce dernier, est solidaire de celle du tissu médullaire en raison des principes qu'assimilent et désassimilent ses éléments.

C'est ainsi, d'autre part, que le rôle si tranché des hématies dans le sang, par rapport à la dissolution des gaz destinés à être assimilés, et de ceux qui, désassimilés, doivent être expulsés, repose sur une sorte d'exagération de leurs qualités dissolvantes, relativement aux gaz en particulier, comparativement à ce que nous offrent les autres cellules placées dans des conditions analogues.

Le rôle physiologique spécial des cellules épithéliales présente une succession de particularités remarquables dérivant

toutes des particularités de structure et de dispositions réciproques qu'elles offrent et surtout de leurs propriétés physiques d'une part et d'énergique nutrilité de l'autre. Quand elles sont réduites à une extrême minceur, de manière que les principes venus soit du dehors, soit du plasma sanguin, n'aient à traverser qu'une très-faible épaisseur de matière, tout leur rôle se borne à de simples faits d'osmose, et la couche qu'elles forment représente à l'état type la membrane d'un endosmomètre. C'est ce dont offre un exemple frappant : l'unique rangée des très-minces cellules épithéliales qui par leur juxtaposition forment les *organes premiers multicellulaires* tubuleux appelés *capillaires* sanguins et lymphatiques, et ailleurs la couche épithéliale unique soit des séreuses, soit des canalicules respirateurs.

Ces cellules minces, sèches en quelque sorte, lentement imbibées par l'eau, sont-elles stratifiées et très-adhérentes (avec formation d'une couche dite *cornée*), que la lenteur avec laquelle elles sont osmotiquement pénétrées (voy. p. 490-493) rend au contraire relativement imperméables les revêtements qu'elles forment (peau, bouche, vessie, vagin, etc.). C'est ainsi qu'elles arrivent à remplir un rôle de simple protection qui est l'inverse du précédent, bien qu'il ne représente comme lui qu'un cas particulier des mêmes propriétés physiques de ces cellules.

Sont-elles épaisses, molles, humides ? on les trouve douées d'énergiques facultés assimilatrices et désassimilatrices. A cet égard, ce sont les manifestations de l'assimilation ou au contraire de la désassimilation qui l'emportent selon la disposition morphologique et la vascularité des membranes que tapissent ces cellules et par suite leur rôle spécial est différent, quoiqu'il représente dans l'une et l'autre circonstance un cas particulier des mêmes propriétés endosmotique et nutritive. A la surface des muqueuses intestinale et autres, l'énergie de leur pouvoir assimilateur fait qu'elles empruntent aux substances qui les touchent tels et tels principes (voy. p. 491) ; mais en raison de leur étalement, l'excès des principes pris au dehors qui tendent à les sursaturer arrive dans les capillaires sous-jacents ; ils sont emportés incessamment et par suite ne laissent jamais

les cellules arriver à saturation. Dans la profondeur des culs-de-sac glandulaires, les épithéliums empruntent énergiquement, en sens inverse du cas précédent, aux capillaires ambiants, des principes dont l'excès tombe dans le canal glandulaire en entraînant ceux qui *élaborés*, surtout par désassimilation, représentent les principes essentiels du fluide sécrété (1).

Des particularités analogues, plus tranchées encore, se rattachent à la propriété d'assimilation énergique, conduisant à l'accroissement, à la genèse et à la reproduction, s'observent sur les ovules et sur les spermatozoïdes, et deviennent la condition d'existence de leur rôle caractéristique dans la fonction de génération.

C'est de la sorte que sur ces faits élémentaires repose toute l'interprétation de la nature de certaines fonctions, comme la respiration, l'urination, la reproduction, etc., etc., et celle des propriétés d'un grand nombre de tissus.

On voit donc, d'après le succinct exposé précédent, comment la nutrition générale résulte de l'exagération de l'assimilation par une cellule relativement à un principe immédiat déterminé, comme tel ou tel gaz, ou comme les principes gras, les sucres, certains sels, etc., quand il s'agit d'éléments de quelque autre espèce. De là résultent, d'autre part, soit l'absorption, soit les sécrétions, selon que l'acte d'assimilation pour tel principe, ou la propriété de formation désassimilatrice pour tel autre, l'emporte au sein des éléments anatomiques qui composent principalement les tissus dans lesquels ont lieu ces phénomènes.

(1) Voy. Ch. Robin, *Des éléments anatomiques et des épithéliums*. Paris, 1868, p. 123, et *Programme du cours d'histologie*. Paris, 1870, 2e édit., p. 396.

QUATRIÈME PARTIE

SUR LA THÉORIE CELLULAIRE ET L'IRRITATION

CHAPITRE PREMIER

THÉORIE CELLULAIRE.

Après avoir fait connaître ce que sont, depuis leur apparition jusqu'à l'époque de leur entier développement, les parties irréductibles autrement que par destruction physique et chimique, qui sont actives en nous d'une manière immédiate et directe, il reste encore à traiter une question pour compléter cet important sujet. Il faut de toute nécessité voir comment se sont introduites dans la science ces notions sur la nature des parties élémentaires auxquelles sont immanentes les propriétés caractéristiques des êtres organisés vivants et celles qui concernent leurs modes d'apparition embryonnaire successive et d'évolution ultérieure.

On sait que, vers l'époque à laquelle Bichat achevait de fonder l'anatomie comme science, en ajoutant l'anatomie générale à la partie descriptive déjà très-avancée de cette division de la biologie, de Mirbel fondait en 1800-1802 (1) l'anatomie générale des plantes. Dans le règne végétal, comme dans le règne animal, cette partie de l'anatomie se trouvait également préparée par des accumulations de faits isolés. Aussi ne faut-il pas être étonné de voir ces deux hommes éminents faire faire, chacun de leur côté, un progrès analogue à celle des sciences dont ils avaient embrassé l'étude, et cela bien qu'ils ne pussent savoir encore qu'ils marchaient vers un même but.

(1) Brisseau-Mirbel, *Histoire naturelle génér. et part. des plantes* ou *Traité de physiologie végétale*. Paris, 1800, in-8; *Traité d'anatomie et de physiologie végétales*, 1[re] édit., Paris, 1802, in-8, et 2[e] édit., 2 vol., Paris, 1813; *Éléments de physiologie végétale et de botanique*. Paris, 1815, 2[e] édit., in-8, 2 vol. de texte, 1 vol. de planches.

De Mirbel établit le premier (1802) que les tissus végétaux sont formés d'un seul et même *tissu membraneux* différemment modifié; il démontre l'absence des fibres admises par hypothèse et considérées comme destinées à relier entre elles les diverses parties constituantes des plantes.

Il admit que tout tissu végétal est un tissu membraneux continu, creusé de cavités de formes diverses; que les cellules contiguës sont, en un mot, à parois communes, fait qui est loin d'être général, ainsi que Grew et Malpighi le savaient déjà (voy. p. 29). Il décrivit les fibres des tissus ligneux, formés par les clostres superposés, sous le nom de *petits tubes* du bois à parois épaisses et à cavités quelquefois obstruées. Il établit six ordres de vaisseaux, classification à laquelle on a peu changé. Il démontra que les vaisseaux des plantes en général conservent toute leur vie les caractères qu'ils possèdent dès leur apparition, et ne sont pas des métamorphoses de ceux qui portent le nom de trachées; que, de plus, celles-ci n'existent que dans le canal médullaire, les pétioles, etc., mais non dans le bois ni le liber. Il démontra qu'il faut rejeter l'hypothèse admise depuis Malpighi, d'après laquelle ces vaisseaux étaient comparés aux veines, aux artères et au canal intestinal. Il prouva, en outre, que les acotylédones ne sont formées que de *tissu cellulaire* et de lacunes sans vaisseaux. Il décrivit deux espèces de glandes, les unes *cellulaires* ou *excrétoires*, les autres *vasculaires* ou *sécrétoires* (1). « Les tubes et les vaisseaux des plantes, dit-il encore, ne sont que des cellules très-allongées. » (*Théorie de l'organisation végétale*, Paris, 1809.) Nous verrons bientôt ce qu'il pense de leur génération et de leur développement. Mais ici nous devons noter que, dès 1811, Gruithuisen, cherchant à se rendre compte des conditions de la naissance des tissus, plutôt qu'il ne décrit les phénomènes de celle-ci, appliquait (pour arriver à interpréter les actes qui se passent dans les animaux) les connaissances déjà acquises par l'étude de l'évolution des plantes faite par de Mirbel.

(1) Mirbel, *Observations sur un système d'anatomie comparée des végétaux, fondé sur l'organisation de la fleur*. Lu à la classe des sciences physiques et mathématiques de l'Institut, 9 mai 1806 (*Mémoires de l'Institut*, 1808).

Il dit, en propres termes, que : du tissu cellulaire des plantes aussi bien que de celui des animaux, peut se reproduire de succession en succession de nouveau tissu cellulaire, et chaque forme de cellule n'est limitée par aucune condition de volume; *dans chaque cellule peut s'en former une autre intérieurement;* il peut se former par développement des unes et des autres plusieurs autres tubes cylindriques; et toutes peuvent posséder particulièrement dans leur nature les qualités organisantes que nous pouvons tous journellement observer comme se manifestant dans les formations morbides. On doit aussi, dit-il, chercher dans le tissu cellulaire, la matière fondamentale, aussi bien de l'organisation la plus inférieure que de celle qui s'élève jusqu'à la vie et à l'intelligence (1). Seulement, lorsqu'il arrive aux détails, on voit que ces notions générales sont loin d'être fondées sur l'examen de la réalité. Il ajoute, en effet, que : *chaque cavité aérienne, chaque cavité médullaire des os est une cellule élargie;* la cavité du crâne est une cellule, dans laquelle se sont formées des cellules plus molles, remplies de substances pulpeuses qui consistent elles-mêmes en cellules. Cela se verrait chez l'embryon, où le cerveau est liquide (p. 154); la cavité thoracique est une cellule dans laquelle est de nouveau une grosse cellule, la plèvre, et encore dans celle-ci plusieurs autres cellules, les poumons, le péricarde, le cœur; et ces grosses cellules consistent en petites cellules, en fibres et en vaisseaux formés à leur tour par des cellules allongées; les valvules des veines sont des restes des parois cellulaires, juxtaposées et soudées bout à bout. On voit, par le cœur, par l'estomac, etc., que les cellules peuvent posséder en elles la muscularité (p. 155). Les autres exemples qu'il cite étant tous du même genre, les précédents suffisent pour faire sentir où en étaient à cette époque les notions analytiques sur lesquelles reposait la synthèse qui a depuis reçu le nom de *théorie cellulaire.*

Ce même ordre d'hypothèses a été continué par Heusinger (2), qui fait provenir les fibres, les tubes, etc., des particules sphé-

(1) Gruithuisen, *Organozoonomie, oder ueber dar Niedrige Leben Verhaltniss,* Munchen, 1811, in-8, p. 151-152.

(2) *Histologie*, Eisenach, 1824, in-4°, p. 112.

riques dont il admet l'existence comme partout démontrée par le microscope. La sphère étant l'expression d'une lutte égale entre la contraction et l'expansion, tous les organismes, toutes les parties organiques ont été primitivement des globules. Lorsque les forces éprouvent une plus grande tension, on voit la vésicule émaner du globule, qui souvent n'a que l'apparence de l'homogénéité, sans être réellement homogène. Là où des globules et de la matière amorphe se rencontrent dans l'organisme, ils se disposent en séries, d'après les lois de la physique et de la chimie, et forment des fibres; quand ce sont des vésicules, elles forment des vaisseaux, des canaux, comme Gruithuisen, il considère les séreuses, les glandes folliculaires, etc., comme des cellules agrandies, et les valvules des vaisseaux comme des restes des cellules. Guidés par les doctrines géométriquement mécaniques du temps, par réaction des sciences les mieux définies sur les plus imparfaites qui leur empruntent leurs hypothèses, Boerhaave et Haller avaient déjà considéré la *fibre* comme le premier ou le dernier élément, matière unique de tout le corps, dont par des arrangements divers naîtraient les membranes, les tubes, les divers tissus, etc., comme en géométrie les surfaces naissent du développement de la *ligne* à partir du *point* comme origine.

On voit de suite combien d'hypothèses, postérieurement émises et encore admises par quelques médecins, ne sont que des remaniements des précédentes et de celle de Blainville indiquée ci-après; hypothèses qui se moulent sur celles-ci et auxquelles on a donné un corps plus voisin de la réalité, en prenant, pour les appuyer, des exemples dans les éléments anatomiques réels, ayant forme de cellules, alors aperçus par le microscope, et non plus dans certaines dispositions anatomiques des organes, comme la plèvre et les veines.

Déjà de Blainville, en 1822 (1), s'appuyant sur les données puisées dans l'anatomie comparée, avait admis un seul *élément anatomique générateur*, le tissu cellulaire; en se modifiant à partir de son apparition embryonnaire, et de plus en plus aussi

(1) De Blainville, *Organisation des animaux*. Paris, 1822, in-8, p. 9 et suivantes.

d'une espèce animale à l'autre, à compter des espèces les plus simples, cet élément aurait engendré successivement tous les autres, quels que soient leurs divers attributs ou caractères anatomiques propres, qui empêchent d'abord d'apercevoir leur origine commune. Seulement, pour de Blainville, ce sont les fibres ou faisceaux de fibres du tissu cellulaire qui deviendraient l'origine des fibres nerveuses, des fibres musculaires, du cartilage, de l'os, etc. En un mot, il leur faisait jouer le rôle que quelques médecins attribuent aujourd'hui aux noyaux dits embryoplastiques ou du tissu cellulaire.

Cette manière de voir, qu'il développe longuement, répandue à l'étranger par diverses traductions (1), fut celle que A. Comte et Broussais adoptèrent dans des ouvrages publiés en 1837 et en 1838.

Auguste Comte en particulier admet que *les différents éléments anatomiques doivent être d'abord distingués en un tissu fondamental et générateur, le tissu cellulaire et divers tissus secondaires.* Il appelle *globules* ce qu'on nomme aujourd'hui *cellules* du sang, etc. Il a développé l'idée de Blainville avec une rigueur de raisonnement qui lui a fait écrire des phrases qu'on dirait tirées de publications modernes. Pour lui, le tissu primordial ou cellulaire « se modifie peu à peu pour engendrer successivement tous les autres avec les divers attributs qui d'abord empêchaient d'apercevoir leur véritable origine commune »... « L'*unité fondamentale du règne organique* exige nécessairement, sous le point de vue anatomique, comme nous l'avons précédemment reconnu, que tous les divers tissus élémentaires soient rationnellement ramenés à un seul tissu primitif, terme essentiel de tout organisme d'où ils dérivent successivement par des transformations spéciales de plus en plus profondes. » Il termine cet ordre de considération en disant que « l'idée de tissu (il nomme ainsi ce qu'aujourd'hui on appelle *élément anatomique*) constitue dans le système des spéculations organiques le véritable équivalent logique de l'idée de *molécule*, exclusivement adaptée à la nature des spé-

(1) Voy. *Archiv für die Physiol.;* von J. F. Meckel, Halle, 1822, in-8, t. VII, p. 585, etc.

culations inorganiques (1). » Or il est facile de voir que cette notion est certainement plus exacte que l'idée donnée comme neuve par quelques médecins modernes d'après laquelle le *globule* serait pour le physiologiste ce que l'*atome* est pour le chimiste, ce que la ligne est pour le géomètre.

Quant à la notion d'*autonomie* vitale de chacun des *tissus élémentaires* pendant toute la durée de son existence, il la fait remonter à juste titre à Bichat et insiste sur ce que le *vrai caractère philosophique de la physiologie positive, consiste à instituer partout une exacte harmonie entre les idées d'organisation et les idées de vie, entre la notion de l'agent et celle de l'acte*, ce qui conduit *à la considération des phénomènes généraux dont chacun rappelle incessamment à notre intelligence l'inséparable pensée d'un siége déterminé.*

Mais, pour faire comprendre comment les idées de Gruithuisen et de Blainville ont été appliquées sur les plantes d'abord et presque aussitôt dans le règne animal, il faut indiquer de quelle manière s'était déjà introduite en anatomie et en physiologie végétales la notion d'individualité organique élémentaire.

Cette notion apparaît nettement pour la première fois dans l'ouvrage de Turpin, intitulé : *Organographie microscopique, élémentaire et comparée des végétaux. Observations sur l'origine et la formation primitive du tissu cellulaire, sur chacune des vésicules composantes de ce tissu considérées comme autant d'*INDIVIDUALITÉS DISTINCTES (2) *ayant leur centre vital particulier de végétation et de propagation et destinées à former par*

(1) Aug. Comte, *Cours de philosophie positive*, t. III; *Biologie*, 1838, p. 521, jusqu'à la fin de la 41e leçon, et 3e édition. Paris, 1868. Voyez aussi la 43e leçon, p. 458 de la 2e édition.

(2) On voit dans ce qui précède quelle est l'origine de la notion d'*unité organique* qui est la même que celle qui, d'un auteur à l'autre, a depuis été désignée par les mots *organisme élémentaire*, *élément organisé*, *organite*, *organule* et par les termes dont il a déjà été question p. 4. L'insistance avec laquelle dans le XVIIIe siècle Duverney, Joblot, Adams cherchent à prouver que le microscope peut déceler la structure particulière de chaque organe, tend à prouver que beaucoup d'anatomistes sentaient à cette époque la nécessité pour les physiologistes de remonter à la connaissance des parties constituantes élémentaires des tissus. Mais la notion d'espèce chimique et les véritables méthodes de l'analyse des corps composés n'avaient pas encore été introduites dans la science par les chimistes, et ce guide manquant aux biologistes, ils ne pouvaient procéder que par tâtonnements empiriques et imparfaits.

*agglomération l'*INDIVIDUALITÉ COMPOSÉE *de tous les végétaux dont l'organisation de la masse comporte plus d'une vésicule* (1). Depuis Turpin, beaucoup d'auteurs ont cherché à expliquer l'apparition des éléments anatomiques par l'idée d'un *développement continu supprimant toute idée de naissance proprement dite* ou par celle d'une *génération de cellules dans d'autres cellules.* Ce n'était là, du reste qu'une manière de reculer une difficulté, car la plupart ne décrivaient pas comment a lieu le fait de la génération de ces cellules dans d'autres cellules. Mais Turpin est certainement l'auteur qui s'est le plus nettement exprimé sur la manière dont il entendait cette hypothèse.

Il rappelle d'abord qu'il a établi que l'*organisation d'un être vivant et celle de ses organes en particulier, ne peuvent s'expliquer qu'autant que l'on suit pas à pas le développement successif de cet être, depuis le premier moment de sa formation jusqu'à celui de sa mort* (2). Après avoir indiqué comment il a été impossible d'arriver à des idées exactes sur la nature et sur les analogies des êtres organisés tant que l'on s'est obstiné à n'étudier que des individus tout formés, il admet avec de Mirbel, qu'*un être quelconque, même l'homme*, est toujours une sorte de composé d'êtres plus simples que lui. Il appelle *globuline* les granules *incolores* ou *colorés* contenus dans les vésicules du tissu cellulaire des plantes et les considère comme creux ; la globuline naîtrait par *extension de la face interne des parois* de chacune des *vésicules mères* et y serait insérée en séries symétriques. Chaque grain de globuline serait l'origine ou germe propagateur des vésicules futures et de tout corps capable de propager l'espèce. « Un arbre, *comme tout autre être organisé*, commence par un seul globule ; ce globule, propagateur de sa nature, se creuse, devient vésiculaire ; des parois intérieures de cette vésicule naît par extension une nouvelle génération de globules également propagateurs ; ceux-ci, en grossissant et

(1) Turpin, *Mémoires du Muséum d'hist. nat.* Paris, 1826, t. XVIII, in-4°, p. 161.

(2) Turpin, *Essai d'une icononographie élémentaire et philosophique des végétaux.* Paris, 1820, in-8, p. 15.

en remplissant toute la capacité de la *vésicule mère* qui ne peut plus les contenir, font que cette dernière se déchire et verse une génération d'individus nombreux qui forment masse; qui se fondent plus ou moins entre eux et continuent à leur tour à engendrer de nouveaux individus, à en multiplier le nombre, à augmenter l'étendue de la masse. » (P. 36 du tirage à part.) « Tout corps propagateur, soit végétal, soit animal, ne peut jamais se former isolément dans l'espace d'une cavité quelconque; il est toujours produit par extension des tissus d'un *individu mère* qui précède. Plus tard, ce corps propagateur se sépare et s'isole. » (P. 45.)

« La paroi membraneuse de la *vésicule mère*, une fois rompue au milieu des masses du tissu cellulaire, disparaît, absorbée qu'elle est comme substance nutritive par les *vésicules nouvelles* dérivant de ses grains de globuline et contenant déjà, lors de la rupture, d'autres globulines, c'est-à-dire de nouvelles générations de *vésicules futures*, à leur début. » Ces idées, contredites ou non par l'observation, ont néanmoins depuis lors été adoptées par un grand nombre d'auteurs et plus ou moins remaniées suivant les époques, quant aux termes employés pour les exprimer, mais sans peut-être avoir jamais été aussi nettement exprimées.

C'est particulièrement de ces vues de Turpin qu'est dérivée l'idée théorique de la *cellule type* (dont l'existence objective est encore supposée implicitement ou explicitement par divers observateurs), et de laquelle dériveraient par transmutation directe, toutes les autres sortes d'éléments, par des modifications graduelles de forme et de structure déterminées par *les besoins fonctionnels des parties* à compter du moment de la fécondation. Mais, ainsi que le prouvent les faits exposés ci-dessus, ce qui existe, ce n'est pas un type cellulaire uniforme, mais ce sont des êtres qui sont représentés soit par un seul élément anatomique cellulaire, soit par plusieurs cellules, qui sont *multi-cellulaires*. Dans ce cas et presque dès l'origine ovulaire de l'être, ces cellules sont de plusieurs espèces distinctes. C'est ainsi qu'avant même la fin de la segmentation du vitellus de beaucoup d'échinodermes, des mollusques, des hirudinées, et surtout des vertébrés, on voit déjà se séparer

des autres globes vitellins et par gemmation à la surface de certains d'entre eux, les *cellules claires* (p. 229) qui formeront plus particulièrement le feuillet externe ou animal du blastoderme des premiers de ces êtres.

Du reste l'idée de considérer comme condition unique et directe de la naissance de toutes les autres espèces d'éléments anatomiques une seule espèce, la *cellule*, admise comme *unité organique* (dont les cellules embryonnaires seraient devenues le type objectif ou réel) est peut-être encore plus ancienne. Elle se lie historiquement à l'hypothèse d'après laquelle les tissus dériveraient de la fibre, comme les figures géométriques de la ligne (voy. p. 556), et la ligne du point. Elle dérive de la tendance involontaire des hommes à chercher dans les objets et les phénomènes qu'ils observent l'unité qui se trouve dans leur propre existence et dans la succession des actes de leur esprit. Mais cette unité, ce type uniforme n'existe que dans les formules exprimant les rapports des objets et des phénomènes qui sont manifestement divers et distincts (voy. 156-160).

De Mirbel est le premier auteur qui ait indiqué comment des cellules végétales réelles proviennent directement, par un phénomène naturel, du développement de certains autres éléments par suite de modifications naturelles successives.

« Les tubes et les vaisseaux des plantes, dit-il, ne sont que des *cellules* très-allongées (1). Le végétal est, dans l'*origine*, formé essentiellement d'un simple tissu cellulaire, qui subit des modifications diverses par l'effet du *développement* (2). Le végétal se compose tout entier d'une masse utriculaire, l'*utricule* étant *le seul élément constitutif* dont nous puissions reconnaître l'existence au moyen de l'observation directe (3). Mais puisque dans une innombrable quantité de cas, la *transformation* des utricules en trachées, tubes annulaires, fausses trachées, tubes poreux, est évidente, nous ne saurions refuser d'admettre

(1) Mirbel, *Exposition de la théorie de l'organisation végétale*. Paris, 1809, 2e édit., p. 124, et p. 9 et 88.

(2) Mirbel, *Mémoire sur l'origine, le développement et l'organisation du liber et du bois*, lu à l'Acad. des sc. de Paris en 1827 (Mém. de l'Acad. royale des sc. de Paris, 1827, in-4, t. VIII.

(3) Mirbel, *Compt. rend. des séances de l'Acad. des sc.* Paris, 1835, in-4, t. I, p. 151.

comme une conséquence naturelle et nécessaire, que tous les tubes de celte nature, quelle que soit d'ailleurs la place qu'ils occupent dans le végétal, ont commencé par être des utricules. Ceci n'est plus une vue de l'esprit, une simple hypothèse, c'est une vérité démontrée, un fait matériel qui se rattache à la science, et se place sur cette extrême limite de nos connaissances positives, passé laquelle il n'y a plus carrière que pour l'imagination. Voilà donc le végétal ramené à sa simplicité originelle. Ne perdons pas de vue cependant que cette simplicité n'exclut pas les différences essentielles entre les utricules des diverses espèces. Ces différences insaisissables à la naissance de la plante sont rendues sensibles, à l'aide du temps, par des développements, les *métamorphoses*, l'agencement si varié des utricules. De là résultent les formes organiques qui distinguent et caractérisent les espèces, soit à l'extérieur, soit à l'intérieur. Cette *théorie* est-elle applicable aux animaux comme aux végétaux? ou bien les deux grandes classes des êtres organisés seraient-elles soumises à des lois différentes? C'est sur quoi je m'abstiendrai de me prononcer. La question est grave, il ne suffit pas pour la résoudre à la pleine satisfaction des physiologistes de conclure par analogie, des observations directes sont indispensables (1). Voilà donc une cellule polyèdre qui s'étend en un long tube cylindrique fermé à son extrémité. La transformation s'opère graduellement sous les yeux de l'observateur. Il voit la facette extérieure de la cellule se renfler en ampoule, s'élever en cône et s'allonger en tube. Or, puisqu'il est prouvé que, dans quelques circonstances, des cellules se développent en tubes à l'extérieur, je ne vois pas pourquoi on aurait de la répugnance à admettre que *certains organes creux et cylindriques de l'intérieur du végétal sont aussi des cellules modifiées par le développement* (2). » Dans ce même travail, de Mirbel observa sur les plantes acotylédones que les cellules se forment par *allongement des spores* ou des cellules déjà existantes dans le végétal parfait, mais par *cloisonnement* ou bien par *bourgeonnement*, et que dans les cellules d'abord simples se

(1) Mirbel, *Recherches anatomiques et physiologiques sur le* Marchantia polymorpha. Paris, 1831-32, in-4, p. 58-59.
(2) Mirbel, *Ibid.*, 1831-32, p. 29-31.

forment les fibres spirales par dépôt secondaire à la face interne. En 1835 (1), il décrivit la formation des membranes concentriques des grains de pollen, mais sans connaître le mécanisme de la segmentation, ni, par conséquent, toutes les phases de ce développement. Il le compare aux autres modes de *formation de cellules* qui naissent de toutes pièces dans le cambium et qu'il connaissait déjà.

Il considère la génération des cellules comme pouvant être *intra-utriculaire* (endogène) *super-utriculaire* (exogène ou gemmation) ou *inter-utriculaire*, c'est-à-dire ayant lieu par *formation libre*. Il admettait de plus qu'originellement « ce n'est pas par l'alliance d'utricules d'abord libres que le tissu cellulaire des plantes se produit, mais par la *force génératrice* d'un premier utricule, qui en *engendre* d'autres doués de la *même propriété* » (2). Il distingue nettement la *nutrition* des cellules de leur génération : « L'ensemble des faits tend à prouver, dit-il, que cet abondant résidu (de *cambium* de plantes), élaboré derechef et devenu soluble par l'effet de procédés chimiques qui nous sont inconnus, se rend où l'appellent les besoins de la végétation et sert à la fois à la *création*, à la *génération* de nouveaux utricules et à la *nutrition* des anciens (3). »

Il revient, en outre, sur le troisième mode de formation des cellules, la *formation de toutes pièces*, qui a lieu partout où abonde le cambium. Il montre comment les parois, d'abord simples et communes à deux cellules, se dédoublent en premier lieu vers les angles, ce qui donne lieu à l'apparition des méats intercellulaires. Puis, souvent, le dédoublement gagne de proche en proche, et chaque cellule devient un utricule distinct et seulement contigu aux cellules voisines. « Ces cellules sont autant d'individus vivants, jouissant chacun de la propriété de croître, de se multiplier, de se modifier dans certaines limites, et qui sont les matériaux constituants des plantes. La plante est donc un être collectif (page 649). » Il caractérisait

(1) Mirbel, *Cours complet d'agriculture*. Paris, 1835, t. VII, p. 338.
(2) Mirbel, *Recherches anatomiques et physiologiques sur le* Marchantia polymorpha. Paris, 1831, in-4, p. 13.
(3) Mirbel, *Nouvelles notes sur le cambium*, 1839.

ainsi nettement comme l'avait déjà fait Turpin, la manière dont l'individu total résulte de la réunion d'éléments constituants insolubles, comment les propriétés vitales de l'être ne sont qu'une manifestation des mêmes propriétés de chacun des éléments anatomiques réunis pour le constituer.

Parti d'une idée philosophique non moins élevée, et ne se bornant pas à l'emploi des seuls moyens physiques d'exploration, mais les mettant au contraire au service de l'esprit de comparaison, Dutrochet arrive à des résultats déjà bien plus importants que tous ses prédécesseurs. Il est, en fait, le promoteur de cette idée que les animaux et les végétaux se développent de la même manière, et de cette autre que les uns et les autres dérivent de cellules. « Tout dérive évidemment de la cellule dans le tissu organique des végétaux, et l'observation vient de nous prouver qu'il en est de même chez les animaux (1). » C'est la comparaison entre l'organisation des végétaux et celle des animaux qui le conduisit à cet important résultat. Il développe longuement cette idée, en cherchant à prouver que tous les tissus animaux sont formés de cellules. « Les corpuscules globuleux qui composent, par leur assemblage, tous les tissus organiques des animaux, sont véritablement des *cellules globuleuses* d'une excessive petitesse, lesquelles paraissent n'être réunies que par une simple force d'adhésion ; ainsi tous les tissus, tous les organes des animaux, ne sont véritablement qu'un *tissu cellulaire* diversement modifié (2). » Les fibres musculaires, cellulaires, etc., ne sont que des cellules allongées comme celles des vaisseaux et des plantes. Mais comme pour que toute idée fructifie il faut une démonstration, au moins apparente mais susceptible de vérification, la conception de Dutrochet n'eut pas entre ses mains la même influence qu'entre celles de Schwann. Cela tient, d'une part, à ce que le premier de ces auteurs ne décrivit anatomiquement d'une manière bien exacte que ce qui a rapport aux plantes.

(1) Dutrochet, *Recherches sur la structure intime des animaux et des végétaux*. Paris, 1824, in-8.
(2) Dutrochet, *Mémoire pour servir à l'histoire anatomique des végétaux et des animaux*. Paris, 1837, in-8, t. II, p. 468.

A la suite de cette théorie vraie au fond, mais trop exclusivement physique, et faiblement, mais réellement préparée par la théorie purement mécanique de Heusinger, qui, dans le développement, fait tout dériver des propriétés géométriques de la sphère, nous voyons succéder la théorie purement chimique de Raspail (1). Celle-ci, également préparée par les précédentes et aussi vraie qu'elles dans son énoncé général, doit en être reconnue comme une extension, un développement sous le point de vue chimique, et aussi comme une préparation et une transition insensible et graduelle à la théorie plus purement anatomique de Schwann. Chacune de ces vues, du reste, n'est que l'expression des tendances de l'époque où elles ont paru. Elles ne sont qu'une trace de l'envahissement constant et caractéristique de la biologie par chacune des sciences ou des parties des sciences qui la précèdent dans l'ordre hiérarchique de complication croissante et dans celui de son perfectionnement; sciences dont l'application, au moment de leur création ou de l'un de leurs progrès marquants, a toujours été essayée sur toutes celles qui les suivent et sur toutes leurs subdivisions, jusqu'à ce que soit nettement déterminé ce qu'elles ont de réellement applicable.

Il n'est pas moins remarquable de voir Broussais, mort en 1838, écrire cette année-là, sinon auparavant, que : « Il résulte des travaux modernes sur l'organogénie, et surtout des savantes recherches de Raspail faites au moyen du microscope que tout être organisé commence par une vésicule imperforée détachée d'un être semblable. La vésicule perceptible au microscope, qui sert de point de départ à l'organisation, s'accroît en s'assimilant une partie des éléments gazeux et liquides qu'elle aspire, et en rejetant en dehors par l'expiration ce qui lui est superflu. Ce fait étant applicable à l'embryon de l'homme, dont nous nous occupons principalement dans cet ouvrage, nous disons que la vésicule embryonnaire ne peut conserver la vie que par l'excitation que produisent sur elles les matériaux propres à sa nutrition... Nous admettons que tout être

(1) Raspail, *Nouveau système de physiologie végétale et de botanique*, in-8, t. I, § 9 et suiv.; *Théorie spiro-vésiculaire*. Paris, 1837; et *Nouveau système de chimie organique*. Paris, 1838, 2[e] édit., in-8, t. II, p. 9 et 10.

organisé commence par une vésicule ; que toutes les extensions, tous les prolongements, se font également par des vésicules développées dans l'intérieur de la première et de toutes les autres; en un mot, que tout a germé et poussé sous forme vésiculaire. Nous reconnaissons que cette forme persiste encore dans les organes creux ; mais elle disparaît dans les filaments divers, dont l'entrelacement constitue leurs parois. Nous sommes loin de nier que ces corps vésiculaires ont été primitivement des vésicules sorties les unes des autres, dont les cloisons se sont rompues pour constituer des canaux; que cette disposition ait persisté dans tous les organes qui ont conservé la forme canaliculée; qu'elle ait disparu dans les filaments qui nous paraissent former la trame de ces organes et de tous les autres par une oblitération complète ou incomplète; en un mot, nous ne voulons infirmer ni même attaquer aucun des résultats des observations microscopiques que nous admirons, tout en convenant qu'ils ont besoin de confirmation ; mais tout cela ne nous fait pas renoncer à nous servir du mot de *fibres* qu'aucun autre jusqu'à présent ne peut remplacer (1). »

On ne saurait nier que ces lignes de Broussais résument avec une sagacité remarquable l'ensembre des données acquises depuis Turpin, la nature des besoins de l'anatomie générale à cette époque, et que ses remarques sur le mot *fibre* restent encore vraies toutes les fois que l'on a sous les yeux une préparation des tissus nerveux, tendineux, lamineux, élastique, etc.

Comme Turpin et de Mirbel, Schleiden admit que « la *cellule* est un petit organisme ; que chaque plante même la plus élevée est un agrégat de cellules complétement individualisées et d'une existence distincte en soi. » S'appuyant sur les données fournies par ses prédécesseurs, par Robert Brown en particulier (voy. p. 30), concernant la structure des cellules, dont il décrit les parties constituantes, il apporte plus de précision dans les théories qui concernent la production des cellules. Schleiden (1838) n'admettait qu'un seul mode de génération des cellules qui aurait été le suivant. Autour de

(1) Broussais, *Traité de l'irritation et de la folie*. Paris, 2e édit., in-8, t. I, p. 57, 58, 63, 64.

granulations bien délimitées et isolées, représentant autant de *nucléoles* libres, se disposerait un amas granuleux, d'abord mal limité, mais devenant de plus en plus régulier. Cet amas est le *noyau* (voy. ci-dessus, p. 30); ainsi naîtrait ce dernier, précédant toujours le corps de la cellule, et précédé lui-même par le *nucléole*. Sur le cytoblaste ou noyau ainsi développé, s'élèverait une petite vésicule transparente, qui représenterait d'abord un petit segment de sphère aplati, comme un verre de montre appliqué sur sa sertissure. La vésicule serait le commencement de la paroi de cellule, qui se distendrait peu à peu davantage, s'éloignerait du cytoblaste, jusqu'à ce que celui-ci ne parût plus que comme un petit corps repoussé sur un point de la paroi; l'espace compris entre le noyau et la paroi serait rempli de liquide. Schwann (*loc. cit.*, 1838, p. 207 et suiv.) a adopté cette hypothèse et l'a développée pour expliquer les cas où le noyau renferme deux nucléoles, la cellule deux noyaux. Aux cellules qu'il faisait naître ainsi, Schleiden appliqua la *théorie de la métamorphose*, d'après laquelle les fibres et les tubes des plantes naîtraient à l'aide et aux dépens des cellules engendrées comme il vient d'être dit, qui s'allongeraient, par un développement de cellules, en un mot. Schwann, qui avait emprunté à Schleiden l'hypothèse précédente sur la naissance des cellules, lui emprunta aussi l'idée de la métamorphose des cellules animales en fibres, tubes, etc. Mais l'hypothèse de Schleiden sur la *naissance* des cellules végétales, bien différente de la notion de *métamorphose*, ne s'est pas confirmée; il en a été de même de l'application à la genèse des cellules animales, de cette manière d'envisager les choses faite par Schwann la même année que Schleiden. Elle a été contredite d'abord par Reichert, lorsqu'il a montré que le nucléole n'apparaît dans les noyaux qu'après leur naissance, par les progrès du développement (1) ; puis par Vogt et Bergmann (1841), lorsqu'ils ont fait voir : 1° comment les cellules dérivent par segmentation, soit du vitellus, soit d'autres cellules; 2° qu'il peut y avoir préexistence de la cellule par rapport au noyau (Vogt), dans certaines cellules du cartilage et

(1) Reichert, *Das Entwickelungsleben im Wirbelthierreich*. Berlin, 1840, in-4, p. 28.

de la corde dorsale; 3° qu'il peut y avoir naissance simultanée du noyau et de la cellule, comme sur certaines cellules du cartilage aussi (1).

Après avoir décrit comparativement la structure des *cellules animales et végétales*, Schwann (2) admit également que « puisque les cellules sont les formes élémentaires primaires de tous les organismes, la force fondamentale de ceux-ci se réduit à la force fondamentale des cellules. » Après avoir montré que l'embryon est d'abord formé de cellules, et quelles sont les analogies de celles-ci avec celles des végétaux (surtout au point de vue de leur mode de production, car l'analogie de structure avait été signalée déjà par Turpin, Müller et Valentin), il admit que les tissus de l'animal parfait sont composés par des éléments qu'il classe ainsi qu'il suit : 1° par des cellules isolées, indépendantes (globules de la lymphe, du sang, du pus, etc.); 2° par des cellules indépendantes, mais réunies, adhérentes ensemble (épiderme, corne, cristallin); 3° par des cellules dans lesquelles les parois seules sont soudées et confondues les unes avec les autres (cartilage, os, dents); 4° par des *fibres-cellules*, où les cellules indépendantes s'allongent en un ou plusieurs faisceaux de fibres (tissu cellulaire, tissu des tendons, tissu élastique); 5° cellules dans lesquelles la paroi de la cellule et la cavité sont confondues chacune l'une avec l'autre : tels seraient les tissus nerveux, les muscles, les vaisseaux capillaires (3). L'animal se trouve de la sorte formé entièrement de cellules, comme le végétal, mais seulement métamorphosées plus ou moins, ainsi que Dutrochet, etc., l'avaient admis, mais sans passer en revue tous les tissus, comme Schwann, ni s'appuyer sur un assez grand nombre d'observations exactes, capables d'étayer cette hypothèse et de la rendre aussi probable. Cette hypothèse, qui a été incontestablement confirmée par l'observation quant à ce qu'elle a de plus de général et pour le plus grand nombre des éléments, a

(1) Vogt, *Développement du crapaud accoucheur*, 1842, p. 20 21 et 109.

(2) Schwann, *Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachstum der Thiere und der Pflanzen*. Berlin, 1838, in-8.

(3) Schwann, *loc. cit.*, 1838, p. 75 et suiv.

été longuement développée par Henle (1), qui, à la transformation des cellules en fibres, a ajouté celle des noyaux en *fibres*, distinctes de celles que donne la substance du corps de la cellule. De là l'expression de *fibres de noyaux*, autrefois appliquée aux fibres élastiques, supposées d'après leur insolubilité dans l'acide acétique provenir des noyaux; mais cette vue n'a pas été confirmée par l'opération (2).

(1) Henle, *Anatomie générale*. Paris, 1843, trad. franç., in-8, t. I, p. 140 et suivantes.

(2) Depuis Schleiden (*Beiträge zur Phytogenesis*, Archiv für Anat. und Physiol. Berlin, 1838, in-8, p. 138 et suiv.) et Schwann (*loc. cit.*, 1838, p. 195), l'expression de *formation* de cellules (*Zellenbildung*) est communément usitée; mais les mots *formation* et *naissance* désignent deux phénomènes très-différents. Le premier sert à faire connaître qu'on obtient ou qu'on peut obtenir quelque *composé chimique* qui n'existait pas l'instant d'avant; ou bien il désigne le fait chimique moléculaire de combinaison ou de décomposition, soit directe, soit indirecte, qui a pour résultat la formation d'un composé chimique. Il s'applique, comme on voit, aux *corps bruts*, ou à l'un de leurs phénomènes, mais non aux corps vivants. La *naissance* est ce fait que caractérise la production, dans un être vivant (c'est-à-dire se nourrissant) de parties distinctes qui peuvent ensuite se développer ou rester telles, plus ou moins longtemps, à moins qu'elles ne s'atrophient et ne soient résorbées. Mais on ne les voit nullement, comme les composés chimiques qui *se forment*, partir de l'état des cristaux, à peine perceptibles aux plus forts pouvoirs amplifiants, qui grossissent ou restent tels, selon l'état du liquide où a lieu leur formation. Dès la naissance, la substance des éléments anatomiques est vivante elle-même et participe aux actes de l'être vivant dans lequel elle est née. Le terme *naissance*, en un mot, ne s'applique qu'au fait de l'apparition des *corps organisés* en un point où ils n'existaient pas, et le terme *formation* n'est applicable qu'au fait de l'apparition d'une ou de plusieurs espèces de corps bruts, de composés chimiques. Pour divers des auteurs qui admettent la *formation libre des cellules*, le phénomène est une sorte de fait de *cristallisation*. La comparaison de la naissance des éléments anatomiques à la cristallisation se trouve pour la première fois dans Raspail (*Nouveau système de chimie organique*, Paris, 1838, in-8, t. II, p, 403) lorsqu'il dit à propos du mode de formation des cellules que l'*organisation est une cristallisation vésiculaire*. Cette idée a été reprise et longuement développée par Schwann (*loc. cit.*, 1838, p. 238 à 254). Celui-ci considère l'extension d'une cellule en fibre comme l'analogue de la transformation du cube en prisme, résultant l'une et l'autre de ce que de nouvelles molécules se déposent en plus grande quantité aux extrémités d'un axe qu'à celles de l'autre, de telle manière que l'on peut admettre l'hypothèse que l'organisme consiste en quelque sorte en un simple agrégat de cristaux formés de substances susceptibles d'imbibition. Mais cette hypothèse qui ne peut être soutenue qu'en méconnaissant les faits indiqués plus haut (p. 440 et 450), a été combattue dès son origine par Valentin (*Repertorium für Anat. und Physiol.* Berne, 1839, in-8, t. IV, p. 288), par Henle (*Anatomie gén.*, 1843, t. I, p. 170 et 171), etc., etc. Il est commun aussi de trouver des auteurs qui comparent la *genèse* des éléments anatomiques au phénomène de *coagulation*, et qui s'expliquent la naissance des éléments normaux ou morbides par le dépôt dans les interstices des parties existantes d'une matière liquide venant du sang (blastème)

Cet ensemble de données concernant : 1° la constitution des animaux et des plantes par des parties élémentaires analogues dites *cellules;* 2° le mode de *génération* de celles-ci; 3° la manière dont par leur *évolution* (métamorphose) elles arrivent aux états qu'elles présentent sur l'individu adulte, c'est cet ensemble, dis-je, qu'on désigne sous le nom de *théorie cellulaire* (1).

Reichert démontra aussi que sur les batraciens, les oiseaux, les crustacés, les arachnides, les mollusques, il n'entrait que des cellules comme parties constituantes du corps embryonnaire.

La conformation des plus importants systèmes et organes de l'animal est déjà visible dans les appendices des oiseaux et des mammifères à une époque où le développement des parties élémentaires fibreuses n'a pas encore commencé. Si alors on porte avec précaution *chaque* partie de l'embryon sous le microscope, on trouve partout et toujours des cellules (globules gélatineux de Purkinje). Il existe là encore si peu de la substance libre intercellulaire, qu'avec un grossissement de 450 fois, on peut à peine se convaincre de son existence (2).

A ces vues diverses s'en ajoutèrent dans les années suivantes plusieurs autres, telles que celles de Vogel, de Goodsir (voy. p. 576), de Kölliker, de Luschka, etc. Kölliker, l'un des premiers, admit qu'il est des cas dans lesquels la membrane cellulaire se forme autour d'un globule, *globule d'enveloppement* (2), qui doit se produire par le groupement de granulations et d'un noyau naissant par l'intermédiaire d'un granule moléculaire, et que la partie fluide du contenu cellulaire n'y est d'aucune importance (3).

Vogel admit aussi que des groupes entiers de corpuscules

qui se *coagulerait* en fibres, tubes ou cellules, etc... Cette explication se trouve répétée dans un assez grand nombre d'ouvrages modernes, mais elle ne saurait être adoptée.

(1) L'expression *théorie cellulaire* ou *théorie des cellules* a été employée pour la première fois par Valentin à propos de l'analyse qu'il a donnée du travail de Schwann (Valentin, *Repertorium für Anat. und Physiol.* Berne, 1839, in-8, t. IV, p. 283).

(2) Reichert, *Entwickelungs-Leben im Wirbelthierreich.* Berlin, 1840, in-4.

(3) Kölliker, *Henle's und Pfeuffer's Zeitschrift für die rationelle Medicin*, 1845, Bd. V, Heft I, p. 112.

élémentaires s'entourent d'une véritable membrane cellulaire (*corpuscules d'agrégation*) et forment ainsi des cellules propres (1842). D'après Luschka, les premiers éléments de forme du pus sont des granules simples. Ceux-ci se réunissent par agrégation à des corps plus grands, qui, par l'apparition d'un noyau dans leur milieu, se métamorphosent peu à peu en cellules à noyaux avec membrane cellulaire (1).

Bischoff et Günther, se sont déclarés partisans de cette manière de considérer la génération cellulaire, c'est-à-dire qu'autour d'un noyau formé à l'avance, se déposerait un précipité mal délimité, autour duquel se développerait plus tard la membrane (2). A ces interprétations Bruch ajouta les suivantes (3), et les unes et les autres, plus ou moins modifiées par chaque anatomiste, servirent alors à interpréter les faits normaux et morbides observés.

Suivant Bruch, par la fonte des granules élémentaires se développent les noyaux, grenus au commencement, dont la couche périphérique se durcit pendant que le contenu devient plus fluide et forme ainsi l'origine de noyaux vésiculeux, clairs, incolores. Les noyaux peuvent rester tels quels ou se multiplier de deux manières, par scission et par endogenèse. L'endogenèse se fait par continuation de la production des noyaux dans les cellules (*noyaux endogènes*). Il peut de plus se former une enveloppe autour de beaucoup de noyaux libres, qui se sont d'abord enveloppés de divers dépôts grenus. Elle se durcit et se change en membrane cellulaire. La cellule ainsi achevée peut encore se multiplier d'une manière endogène, cependant jamais par partage de la cellule elle-même, mais par le moyen des noyaux, qui par division se multiplient, s'entourent d'enveloppes et forment ainsi des cellules filles.

Mais à compter de 1850, Remak montra : 1° que nulle part dans l'embryon des vertébrés les cellules ne se produisent de l'une quelconque des manières qui viennent d'être indiquées;

(1) Luschka, *Entwickelungsgeschichte der Formbestandtheile des Eiters und der Granulatinem*. Freiburg, 1845.

(2) Bischoff, *Entwickelungsgeschichte des Hundeies*, 1845, in-4, et Günther, *Lehrbuch der allgemeinen Physiologie*, 1845.

(3) Bruch, *Die Diagnose der bösartigen Geschwülste*, etc. Mainz, 1847, p. 230 et 330.

2° que toutes celles des feuillets blastodermiques externe, interne et moyen proviennent de la segmentation du vitellus, et que c'est par scission continue de celle-ci que se produisent et se multiplient celles qui forment les organes dérivant de ces feuillets (voy. p. 293); 3° enfin sa théorie se retrouve ici être celle de Schwann, en ce que ce sont ces cellules qui forment directement les éléments qu'on trouve dans les tissus de l'adulte, soit que les unes restent telles quelles ou à peu près, comme les épithéliums, avec ou sans interposition de substances unissantes ou intercellulaires comme dans les cartilages, soit au contraire que leur corps se modifie plus ou moins pour former les fibres lamineuses, élastiques, musculaires, nerveuses, etc., tandis que le noyau reste en ne subissant que des changements presque insignifiants.

Partant de là, les tissus se trouvent être classés en trois groupes, selon qu'ils sont purement cellulaires, avec substance conjonctive intercellulaire ou composés de cellules ayant acquis le développement spécial qui forme le caractère de l'animal avec ou sans états de transition les rapprochant encore de l'état antécédent. A compter de cette époque, toute notion de *texture* disparaît des écrits de la plupart des histologistes, soit qu'il s'agisse d'observer les tissus, soit qu'ils cherchent à classer ceux-ci.

Dans les années qui suivirent, Virchow, prenant la question à cette période de son évolution, s'efforça de prouver que dans toutes les circonstances où se manifeste un produit morbide son apparition résulte de la production de cellules d'après un mode analogue à celui dont il vient d'être parlé, en ayant toutefois pour point de départ non plus le vitellus, mais tel ou tel des éléments cellulaires des tissus normaux (1).

(1) C'est à partir de cette époque ou plutôt un peu après que l'on vit se produire l'hypothèse, infirmée par l'observation embryogénique qui fait admettre, par quelques médecins que les éléments anatomiques peuvent se transformer *indifféremment* d'une espèce en une autre, sous les influences les plus légères, mais que nul n'a encore déterminées. Les cellules fibro-plastiques (*cellules plasmatiques* de ces auteurs) pourraient se métamorphoser en réseaux de fibres élastiques *suivant les besoins fonctionnels des parties* (Villemin); selon ces besoins cette transformation des *corpuscules* et des *cellules du tissu conjonctif* en fibres élastiques présenterait naturellement tous les degrés nécessaires (on sait que l'étude du développement du tissu élastique de l'embryon, etc., contredit

Les choses se passeraient sous l'influence de l'*irritation*, entité que ce médecin fait réapparaître dans la pathologie pour les besoins d'une cause envers laquelle cette intervention est aussi peu fondée et aussi nuisible qu'elle l'aurait été si on l'avait fait intervenir pour expliquer les phénomènes ovulaires et embryonnaires normaux correspondants (voy. p. 166). Quoi qu'il en soit, pour Virchow l'*irritation nutritive* amenant le gonflement, l'hypertrophie de la cellule, du noyau et du nucléole, ce dernier se divise et sa division est suivie de celle

cette hypothèse); d'autre part ces cellules seraient les mêmes qui, distendues par la graisse, forment les cellules adipeuses. Pour ces auteurs en outre, non plus ici pour les besoins fonctionnels des parties, mais « sous l'influence de l'*irritation formatrice* dans le tubercule et l'inflammation, il y a hypertrophie de ces mêmes corpuscules du tissu conjonctif et multiplication de ces noyaux. Seulement la suite de l'évolution et le produit final diffèrent complétement. Dans le tubercule on remarque une prolifération de noyaux abondants qui s'accumulent dans le corpuscule conjonctif; lequel, s'il se segmente, ne le fait que tardivement et en donnant lieu à une petite cellule presque réduite à son noyau. Dans l'inflammation il y a segmentation de la cellule, immédiatement après le dédoublement du noyau, avec procréation de cellules assez volumineuses qui conservent les propriétés de la cellule plasmatique et *qui se métamorphosent subséquemment en tissu permanent ou en globules de pus*. Le *tubercule donne* un élément petit, pauvre en sucs aqueux, d'une durée éphémère. L'*inflammation engendre* des éléments plus volumineux, *plus riches, et dénote une végétation plus active* ». Les médecins qui admettent cette hypothèse admettent également que les cellules n'ont aucune individualité anatomique et physiologique originelle propre, et que les éléments musculaires et nerveux, ou ceux qui sont glandulaires, tégumentaires, etc., peuvent dériver indifféremment d'une cellule embryonnaire quelconque ou les uns des autres. Ils admettent que les cellules du tissu cellulaire peuvent se transformer, soit en cellules cartilagineuses, soit en cellules osseuses, que celles-ci peuvent passer à l'état de médullocelles et ces dernières repasser à l'état de cellules osseuses aussi bien qu'arriver à l'état de leucocytes, qui, d'extra-vasculaires, pourraient, par *hématopoèse médullaire*, devenir intra-vasculaires, pour ressortir comme *leucocytes du pus par diapédèse* (voy. p. 527). D'autre part, les épithéliums nucléaires des glandes lymphatiques, qu'on voit si souvent passer directement dans les *adénies*, etc., soit à l'état hypertrophique dit *cancéreux*, soit à l'état de cellules épithéliales complètes (voy. p. 208 et suiv.), ne seraient pourtant que des leucocytes originels aussi bien que les noyaux du tissu cellulaire se segmentant (voy. p. 423). Les cellules fibro-plastiques, qui souvent sont minces et plates, se transformeraient en outre en cellules épithéliales dans tous les cas où l'exigeraient les *besoins* suscités par leur situation à la surface des séreuses, des vaisseaux et autres membranes, tant à l'état normal que dans les tumeurs, aussi bien qu'elles passent réellement à l'état de vésicules adipeuses dans telles et telles conditions d'alimentation, etc. Enfin, les cellules épithéliales à leur tour pourraient se transformer en leucocytes ou en cellules d'une autre espèce; de telle sorte qu'une tumeur, après avoir existé comme glandulaire, épithéliale, etc., pourrait voir ses éléments changés directement en éléments des tissus lamineux, musculaires ou autres, sur un point seule-

du noyau. Cette division se répétant, amène les cellules à posséder un nombre de noyaux qui peut s'élever jusqu'à 20 ou 30, ou des groupes et des séries de noyaux s'il sagit de ceux qui sont dans l'épaisseur des faisceaux striés des muscles. C'est ce fait depuis longtemps décrit par les embryogénistes sous le nom de *scission* ou de *segmentation nucléaire* qu'il nomme *prolifération nucléaire* (voy. p. 222). Suivant lui, lorsque celle-ci est effectuée, la cellule qui en est le point de départ peut subsister ainsi; mais il admet que d'ordinaire on voit la cellule se diviser immédiatement après la segmentation du nucléus (1). C'est la *néoplasie* ou *prolifération cellulaire.* On trouve alors, suivant lui, deux cellules juxtaposées séparées par une paroi. Celles-ci s'éloignent ensuite l'une de l'autre si ce tissu possède de la substance intercellulaire. Cette division continue et successive des cellules conduit aussi à la production de masses morbides (*tubercules*, *gommes*, *sarcomes*, etc.); à celle des nombreuses variétés d'indurations, tant interstitielles que siégeant dans toute l'épaisseur des membranes cutanées, périostiques ou autres à marche aiguë ou chronique. Elle conduit à la formation de groupes considérables de cellules dérivant de cellules préexistantes, et prouverait que toute cellule provient d'une cellule, sans qu'il y ait jamais genèse ou génération spontanée des parties constituantes de l'économie, non plus que de leurs dérivés morbides.

ment, ou dans toute son étendue. L'observation a montré qu'à la surface des ulcères, dans les tumeurs fibro-plastiques, épithéliales, glandulaires, dans les tumeurs à myéloplaxes, etc., présentant diverses particularités de ramollissement, de vascularité, etc., les cellules offrent, en effet, des modifications de forme ou de volume, des excavations ou vacuoles, des dépôts de granulations (voy. p. 268 et 501), etc. Mais ces modifications sont des aberrations évolutives avec un aspect nouveau plus ou moins bizarre, des anomalies oscillant en quelque sorte autour d'un type comme centre sans l'abandonner, sans qu'il y ait jamais tendance au passage d'un type à un autre; pas plus que, dans les anomalies et altérations offertes par les animaux et les plantes, on ne peut obtenir avec les variétés, avec les individus monstrueux ou malades d'une espèce, des individus d'une espèce voisine, tandis qu'au contraire on peut créer des variétés nouvelles nombreuses, mais se rattachant toujours au type par quelques points fondamentaux de structure. La tendance illogique à donner à la pathologie une autonomie et une indépendance qu'elle n'a pas en face de la physiologie; la spécialisation des observations pathogéniques faites sans études embryogéniques préalables qui est la conséquence de cette tendance, telles sont les causes qui conduisent aux hypothèses contradictoires précédentes.

(1) Virchow, *Pathologie cellulaire*, trad. franç., 1861, p. 256 et suiv.

Ce qu'on ne saurait admettre que comme exceptionnel dans ce qui précède, si tant est que cela soit, c'est la division des cellules ou corps fibro-plastiques, après la segmentation des noyaux en deux. Mais, ce qui est vrai, c'est la multiplication accidentelle des noyaux du tissu lamineux en amas plus ou moins considérables. Il en résulte la formation de masses morbides pouvant devenir volumineuses (voy. p. 220, 353, 405 et 406). Une fois nés, ces éléments peuvent subir des phases évolutives diverses, analogues à celles qu'ils présentent dans l'évolution normale ou au contraire s'altérer diversement, ainsi qu'on le voit dans la *tuberculose*, qui est bien une lésion ayant pour point de départ les noyaux du tissu cellulaire, ainsi que l'a montré Virchow (1860). Tous ces phénomènes jouent un rôle important dans la production des altérations de cette dernière maladie et dans celle d'un grand nombre de tumeurs. Mais, quoi qu'il ait été jusqu'ici avancé à cet égard, il est parfaitement certain que les noyaux du tissu existent *à l'état libre* dans ces masses morbides, en plus ou moins grand nombre et plus ou moins longtemps, aussi bien que dans les tissus normaux (voy. p. 542 et 558), et que suivant les circonstances, ils subissent ou non les phases évolutives ultérieures qui les amènent à l'état de fibres lamineuses. Ce qui, au contraire, n'est pas absolument démontré, c'est la question de savoir si c'est par segmentation prolifiante qu'ils apparaissent et se multiplient tous (voy. la note, p. 222), à la manière de ce qui a lieu pour l'évolution des myélocytes (voy. p. 529), ou si, au contraire, il se produit alors un phénomène analogue à celui qui se passe lors de la génération des membres (voy. p. 252).

Il est d'autres faits historiques concernant ces questions dont l'indication doit également trouver place ici. Leur exposé et leur discussion sont donnés d'une manière si complète dans un mémoire de J. Taylor Goodsir (1), que je reproduis la tra-

(1) *Grounds of objection to the admission of Professor Virchow as an honorary Fellow of the Royal Society of Edinburg. By the Reverend Joseph Taylor Goodsir, F. R. S. E. — Objections à la nomination du professeur Virchow comme membre honoraire de la Société royale d'Edimbourg, par le révérend J. T. Goodsir, membre de la dite Société*, 2e édit., revue et corrigée. Edimbourg, 24 déc. 1868, in-4. Neill et Cie.

duction littérale (p. 576 à 590) de la presque totalité de ce travail de critique scientifique.

Un an après la publication d'une traduction anglaise des *Leçons sur la pathologie cellulaire* du professeur Virchow, dit J. T. Goodsir, une analyse de cet ouvrage parut dans le *British medical journal;* dans cet article, l'auteur allemand est accusé d'avoir pillé les *Anatomical and pathological observations* du professeur Goodsir.

Le professeur de Berlin était ouvertement accusé d'avoir construit son système d'après des principes empruntés aux œuvres du savant Écossais, sans l'avoir cité : pour justifier cette accusation, on avait mis en regard les deux passages suivants, qui se rapportent à un grand principe physiologique, énoncé pour la première fois par le professeur Goodsir en 1845, à Édimbourg même.

« On voit par là que, non-seulement l'organisme tout entier, comme l'ont dit les auteurs de la théorie cellulaire, se compose de cellules simples ou développées, vivant chacune d'une vie indépendante; mais en outre que la masse totale est divisée en *plusieurs départements*, dont chacun contient un certain nombre de cellules, simples ou développées, qui sont toutes en rapport avec une cellule centrale, ou principale, autour de laquelle toutes les autres sont groupées. Il paraîtrait que cette cellule centrale a été le point d'origine de toutes les autres cellules de son département. Elle est la mère de toutes les cellules de son *territoire.* » (Goodsir's, *Anatomical and Pathological observations*. Edimbourg, 1845, p. 2.)

« On voit donc que l'organisme élevé, que l'individu résulte toujours d'une espèce d'organisation sociale de la réunion de plusieurs éléments mis en commun : c'est une masse d'existences individuelles dépendantes les unes des autres; mais cette dépendance est d'une nature telle que chaque élément a son activité propre, et même lorsque d'autres parties impriment à l'élément une impulsion, une excitation quelconque, la fonction n'en émane pas moins de l'élément lui-même et ne lui est pas moins personnelle. J'ai été amené à diviser le corps humain en *territoires cellulaires* et j'ai pensé que vous pourriez retirer des avantages de cette classification. » (Virchow, *La pathologie cellulaire*, traduit par Picard. Paris, 1861, in-8, p. 12.)

« Il est donc évident que toutes les idées relatives aux ter-
» ritoires cellulaires et aux cellules mères, qui jouent un rôle
» si important dans les théories du professeur Virchow, ont
» été émises pour la première fois par le professeur Goodsir. »
(*Brit. med. Journ.*, 12 janvier 1861.)

On voit par là, et nous en apporterons de plus amples preuves, que le genre de plagiat dont le professeur Virchow

est accusé ne consiste point à avoir emprunté à un autre auteur une image élégante, une phase bien tournée, ni un passage bien écrit, ce qui constitue un plagiat littéraire. Il s'agit de l'usurpation d'un principe important et fécond, je dirai même d'une méthode d'analyse philosophique en anatomie, qui concentre en quelques paroles bien choisies les résultats obtenus par une longue suite d'observations laborieuses, des rapprochements longuement médités, et d'inspirations heureuses, qui sont rarement le partage d'un seul homme et d'une seule époque. Les travaux de ce genre, pour être couronnés de succès, exigent une connaissance parfaite du l'état actuel des sciences biologiques; une puissance de jugement et une rectitude de logique qui sont indispensables pour faire un bon usage de ces connaissances, et enfin une habileté nouvelle pour l'usage des instruments et une éducation des sens, qu'on ne peut acquérir que par une longue et laborieuse pratique. La découverte d'une méthode d'investigations, ou d'une voie naturelle, cette découverte que le professeur Virchow est accusé d'avoir dérobée au professeur Goodsir, avait été le fruit de cette longue préparation, le résultat de cet ensemble de connaissances, de cette puissance intellectuelle. Or, pour voir d'un seul coup l'importance du principe physiologique dont il s'agit ici (on le verra plus loin, d'après les aveux de Virchow lui-même), il suffit de jeter les yeux sur la partie suivante de sa table des matières : « territoires cellulaires », p. 14 et 15, etc. (Ici T. Goodsir, l'auteur de la brochure, cite diverses parties de la table des matières de la pathologie cellulaire de Virchow.)

D'ailleurs, il développe ce point dans la première des vingt leçons dont se compose la Pathologie cellulaire, à titre de principe fondamental de l'ouvrage.

L'accusation qui vient d'être formulée se trouve répétée appuyée sur de nombreuses citations, dans la biographie que nous devons à la plume du docteur Lonsdale, et qui a été placée en tête des « *Travaux anatomiques de feu le professeur Goodsir* », publiés au mois d'octobre 1867, par M. Black d'Édimbourg. Voici dans quels termes cette accusation est renouvelée :

« Dans le premier de ces mémoires il (J. Goodsir) ne se borne

» pas à souligner l'importance de la cellule comme centre de nu-» trition, mais il soutient que l'organisme est subdivisé en une » multitude de départements, dont chacun contient un certain » nombre de cellules, qui ont toutes certains rapports avec » une cellule centrale ou capitale, autour de laquelle elles sont » groupées.

» Depuis lors, Virchow a largement profité de cette idée, » mais, il faut bien le dire, sans indiquer, comme il aurait dû » le faire, la source à laquelle il l'avait puisée ; et cette notion » a exercé une influence évidente sur plusieurs de ses hypo-» thèses physiologiques et pathologiques. Ce silence est d'au-» tant plus singulier, que Virchow avait dédié son ouvrage sur » la *Pathologie cellulaire* au professeur d'Édimbourg, dans les » termes flatteurs que voici :

« *A John Goodsir, membre de la Société royale, etc., l'un des premiers et des plus habiles observateurs de la vie des cellules, soit à l'état physiologique, soit à l'état pathologique,*

» *Cet ouvrage sur la Pathologie cellulaire, dédié par l'auteur comme un faible témoignage de son profond respect et de son admiration sincère.* »

» Comme Virchow a parcouru une grande partie du terrain » qui avait été préalablement cultivé par Goodsir, il est aussi » singulier que regrettable de ne voir Goodsir cité qu'une » seule fois par Virchow, dans un ouvrage de 433 pages, et » cela pour une découverte dont le mérite appartient surtout au » docteur Martin Barry. C'est là un procédé peu convenable » envers un confrère scientifique, qu'il appelle lui-même un » des observateurs les plus habiles de la vie des cellules ; un » observateur dont il a utilisé les travaux, et dont il a souvent » adopté les opinions et même reproduit les propres paroles.

» Dans son mémoire sur les altérations pathologiques des » follicules agminés de l'iléon dans la fièvre typhoïde, Goodsir » (vol. II, p. 377) donne la description suivante de ces lésions : » *Le développement des cellules à l'intérieur des vésicules,* » *qui constituent les plaques de Peyer au point de les rompre* » *à la fin; l'augmentation perpétuelle du nombre des cel-* » *lules qui procèdent d'autant de cellules qu'il y a de vésicules*

» *dans la plaque de Peyer; la conglomération du tout en une*
» *seule masse, au-dessus de la membrane sous-muqueuse et*
» *au-dessous de la muqueuse; la distension de celle-ci, enfin*
» *l'ulcération et l'élimination inévitable de la masse elle-*
» *même.* C'est là bien évidemment la prolifération cellulaire
» de Virchow. Ensuite, à la page 390 du même volume, Good-
» sir, parlant des cellules simples ou développées qui se trou-
» vent placées dans certains rapports avec une cellule cen-
» trale ou capitale, s'exprime ainsi : *Il paraîtrait que de cette*
» *cellule centrale toutes les autres cellules du département*
» *tirent leur origine. Elle est la mère de toutes les cellules de*
» *son territoire.* Si le lecteur veut bien se donner la peine de
» comparer le passage d'où nous extrayons ces citations avec
» un passage qui se trouve à la page 14 de la traduction de
» Virchow (page 12 de la traduction française, voy. ci-dessus,
» p. 576), par Chaun, lequel passage se termine par les mots
» *territoire cellulaire*, il ne pourra s'empêcher de voir que
» Goodsir a été littéralement copié. Et cependant Virchow ne
» parle par de la source à laquelle il a puisé son idée d'un
» *territoire cellulaire.* »

Pour donner plus de publicité à cette affaire, l'auteur d'une courte analyse des *Mémoires anatomiques*, dans le *Pall Mall Gazette*, s'exprime ainsi :

« Nous plaçons au nombre des travaux utiles à l'histoire de
» la science, ceux dans lesquels le professeur d'Édimbourg a
» précédé, dit-on, le professeur Virchow (de Berlin) dans
» l'énonciation de cette grande théorie médicale connue sous
» le nom de *Pathologie cellulaire.* Ce côté de la question a été
» largement développé par le docteur Lonsdale, dans sa pré-
» face biographique; mais il paraît qu'on n'a rien trouvé
» depuis qui pût éclairer la question d'une nouvelle lumière. »

Cette *nouvelle lumière*, que demande l'auteur du paragraphe que je viens de citer, je crois pouvoir l'apporter aujourd'hui. Non-seulement je puis affirmer que mon frère partageait les idées exprimées par l'auteur de l'article du *Bristish medical Review*, et par le docteur Lonsdale, mais encore je puis trancher définitivement, d'après Virchow lui-même, la question de priorité et celle de plagiat.

Le débat ne porte pas sur une simple question de priorité, comme on le croirait d'après le *Pall Mall Gazette*, car je montrerai par des preuves abondantes et au-dessus de toute équivoque, que Virchow a reconnu de bonne heure, dans ses *Archives*, que Goodsir l'avait précédé dans la découverte de la plupart des principes fondamentaux sur lesquels repose le système pathologique du professeur allemand. — Il s'agit surtout de savoir si Virchow n'a pas violé les grandes lois de la probité scientifique et littéraire, en publiant ce système sous forme de leçons, sans citer le nom de Goodsir, et sans réserver ses droits, sauf dans un seul cas, où, d'après le docteur Lonsdale, le mérite de la découverte appartenait plutôt à Barry qu'à Goodsir lui-même? Et, en outre, n'y a-t-il pas eu *préméditation* de la part de Virchow, ce qui nous autorise à déclarer que sa conduite est celle d'un plagiaire? Je maintiens que ces deux questions doivent être résolues par l'affirmative, et je vais maintenant en fournir les preuves.

Je citerai d'abord un passage des *Archives* de Virchow, intitulé *Ernährungsenheiten und Krankheitsheerde*. Cet article, écrit en 1852, est postérieur de sept ans à la publication des *Observations anatomo-pathologiques* (1845), de Goodsir. En voici le texte (traduit) :

« Déjà J. Goodsir, dans ses *Anatomical and pathological*
» *observations*, a consacré avec rigueur et précision deux
» chapitres à l'étude de la manière dont la nutrition et la
» sécrétion s'accomplissent dans chaque élément des tissus et
» des organes, phénomènes que les investigateurs anciens
» avaient longtemps négligé de poursuivre. Dans le premier
» chapitre *Sur les centres de nutrition*, il s'exprime ainsi :
» *Un centre nutritif, considéré anatomiquement, est sim-*
» *plement une cellule, dont le noyau est la source perma-*
» *nente d'une génération successive de jeunes cellules.* Il
» montre, en outre, que non-seulement, ainsi que cela est
» admis par la théorie cellulaire, que tout l'organisme est
» constitué de cellules simples ou développées, dont chacune
» jouit d'une vitalité propre indépendante ; mais que, de plus,
» il consiste en divisions du tout en départements, et que
» chacun de ceux-ci contient un certain nombre de cellules

» simples ou développées en relation définie avec une cellule
» mère ou centrale. Plus loin, dans le chapitre *Sur les structures sécrétantes*, il revendique pour le noyau cellulaire une
» signification particulière comme centre de sécrétion et de
» nutrition, et il appuie cette vue sur une série d'exemples.

» Je ne peux souscrire à tout dans sa manière de voir, sur ce
» point en particulier; mais je reconnais l'originalité de la
» conception de Goodsir en ce qui concerne la cellule du corps
» développé, et de plus du corps en voie de formation comme
» possédant une vie propre, et représentant des centres de
» nutrition et de sécrétion relativement indépendants. L'importance de cette conception devient encore plus étendue
» quand on examine spécialement ses rapports avec la pathologie; nous pouvons seulement affirmer, pour le moment,
» avec une grande précision, que toutes ces vues sur les changements élémentaires des parties jusqu'à ceux des tissus-éléments, sur les cellules et les dérivés de cellules, sur les
» *territoires cellulaires*, si je peux m'exprimer ainsi, doivent
» être médités. Quelques praticiens vont sourire, etc... »

Or, je le demande, dit T. Goodsir, que signifient les mots *territoires cellulaires, si je puis m'exprimer ainsi*, qui se trouvent vers la fin de ce passage? Il me paraît évident, je l'avoue, que l'auteur a voulu laisser croire à ses lecteurs que l'expression *territoires cellulaires* avait été créée par lui, pour exprimer nettement une manière importante de voir relativement au sujet de l'ouvrage. Mais c'est là précisément la manière de voir qui, d'après le *Bristish Medical Journal* (dont la rédaction ne connaissait probablement pas le passage que je viens de citer), a été énoncée comme un fait et un principe des plus importants par le professeur Goodsir (1), en 1845, et même plus tôt, bien que le professeur Virchow se les soit appropriés dans sa *Pathologie cellulaire*, publiée en 1858, sans faire la moindre allusion au véritable auteur de la découverte. Le premier pas dans cette série de mauvais procédés, dans ce *facilis descensus Averni*, se trouve authentiquement établi, selon les propres paroles du coupable, dans le passage que nous venons d'extraire de son journal.

(1) Cette note est la répétition d'un passage déjà traduit (p. 570).

Or, il faut remarquer qu'il ne s'agit pas ici d'une revue critique de l'ouvrage de Goodsir, ce qui aurait protégé dans une certaine mesure les droits de l'auteur, en permettant aux lecteurs, pour peu que l'article fût impartial, d'apprécier l'étendue de ces droits. Mais il s'agit d'une indication sommaire d'un seul des principes énoncés dans le livre de Goodsir, et cela dans un long article qui constitue un véritable plaidoyer en faveur de son auteur (Virchow) devant un public allemand, qui ne pouvait se rendre compte des mérites de Goodsir comme inventeur, que par la conduite équitable et généreuse du petit nombre d'hommes scientifiques marquants auxquels il avait envoyé le modeste volume qui contenait l'exposé de ses découvertes. On doit surtout remarquer que l'auteur de ce paragraphe avait nettement apprécié toute l'importanée et la fécondité d'un principe auquel il consacre ici une attention toute spéciale, huit ans avant de se l'approprier dans un ouvrage important.

Le second passage que j'ai à citer, continue T. Goodsir, présente une omission dont on sentira bientôt toute la portée. Dans le volume des *Archives* de 1858 (six ans se sont écoulés depuis le premier article) et dans un travail de Virchow sur l'*irritation et l'irritabilité*, on trouve le paragraphe suivant :

« Tous les efforts faits pour expliquer l'irritation et l'inflam-
» mation se concentrent si complétement sur le sang et les vais-
» seaux, qu'Hartmann pourrait, non sans fondement, classer
» de la manière suivante toutes les théories de l'inflammation
» (*Institut. med. pract.*, part. II, sect. I. Viennæ, p. 15) : *Cum*
» *medicorum longe plurimi in inflammatione nihil aliud nisi*
» *commercium abnorme inter sanguinem et vasa systematis*
» *sanguiferi minora vident, alii præcipuam hujus commercii*
» *culpam in sanguine alii in vasis continentibus, alii denique*
» *in utrisque simul quærunt.* On pourrait maintenant y joindre
» la partie humorale ou la partie névrologique, on resterait
» toujours encore en face du trouble de la circulation, et même
» comme ont été conduits à le faire les meilleurs observateurs
» anglais, tels que Goodsir, Bowman et Redfern, par l'étude
» des parties manquant de vaisseaux (des cartilages et de la
» cornée en particulier), tissus dont les changements n'ont

» évidemment rien à faire avec les vaisseaux, mais sont au » contraire indubitablement liés à l'irritation, on devrait con» clure formellement de leurs observations, que l'*inflammation* » de ces parties n'existe pas. On a là au contraire une preuve » qu'on ne doit plus admettre l'opinion qui voulait qu'il n'y » eût pas d'inflammation sans exsudation fibrineuse contrai» rement à la théorie de la lymphe plastique de Hawson et de » John Hunter; théorie si exagérée d'autre part par celle de » Rokitansky, sur l'exsudation. »

« Mes recherches m'ont conduit en premier lieu à l'étude de » certaines inflammations (en premier lieu celles des parois » vasculaires, des reins et des muscles) dans lesquelles je n'ai » trouvé ni fibrine, ni surtout d'exsudat libre, et que en consé» quence j'ai distinguées sous le nom d'*inflammations paren-* » *chymateuses*, depuis l'année 1847 (*Archives*, IV, p. 261). J'ai » montré alors que l'irritation inflammatoire se manifeste par » la réception d'un contenu plus abondant au sein du paren» chyme propre des organes, ou pour parler plus exactement, » dans l'intérieur des cellules et de leurs dérivés extérieurs; » que par là sont agrandis les éléments des tissus, qu'ils gros» sissent à un certain degré et que cela est le premier pas des » changements plus étendus des éléments qui conduit à la ter» minaison des phénomènes. » (*Archives*, vol. XIV, p. 5, 1858.)

Or, dans les paragraphes qui viennent d'être cités, nous voyons Virchow lui-même reconnaître, en 1858, que sept ans après la publication du travail de Goodsir, sur les *Follicules agminés de l'iléon*, c'est-à-dire en 1847, il avait constaté l'exactitude d'un pripcipe pouvant servir de correctif aux idées anciennes : or ce principe est identique avec ce que Goodsir avait démontré dans le travail dont il vient d'être question. Ainsi, par rapport à l'inflammation des parois vasculaires, dont il est question dans le dernier des deux paragraphes (de Virchow) qui viennent d'être cités, le principe est le même, et j'irai jusqu'à dire que les tissus sont les mêmes que ceux dont avait parlé Goodsir, dans son mémoire sur les *Altérations pathologiques des follicules agminés de l'iléon*, qui a été publié en 1842. Et pour mieux sentir la pensée de J. Goodsir, à cet égard, qu'on relise cette phrase de son travail :

« Le lecteur aura remarqué que je n'ai point employé le mot » *inflammation* (c'est J. Goodsir qui souligne) dans le cours de » la description que je viens de donner. Que les modifications » que j'ai décrites tirent ou non leur origine d'un acte inflamma- » toire, je suis parfaitement sûr d'une chose, c'est que l'ulcé- » ration et le sphacèle ou pseudophacèle (des plaques de Peyer) » sont la conséquence directe de la distension produite par » la masse qui végète au-dessous de la muqueuse, et que ces » accidents se produiraient, qu'il y eût inflammation ou non. »

Il est important de remarquer ici que Goodsir a soin de ne pas confondre ces modifications avec l'inflammation, mais qu'il insiste sur le trait caractéristique de ce processus morbide, à savoir, l'action de la masse végétante. Et en second lieu, pour ce qui touche au premier des deux paragraphes (de Virchow) que nous venons de citer, il faut remarquer deux choses. Premièrement, en considérant l'importance (d'après l'aveu de Virchow lui-même) du mémoire de J. Goodsir sur l'*ulcération des cartilages*, sans parler encore de quelques autres travaux, il aurait fallu en parler d'une manière plus accentuée, dans un endroit où ce mémoire coïncide si exactement avec les vues soi-disant originales du professeur Virchow, sur l'inflammation parenchymateuse. Et cela était d'autant plus nécessaire que, lorsque l'on compare, en s'éclairant de tous ses autres travaux, les publications de Goodsir sur l'ulcération des cartilages articulaires et sur la structure des os, avec les doctrines de Virchow sur le cartilage et l'os, — ce qui est aisé à faire, en se servant de la table des matières de la *Pathologie cellulaire*, — on peut aisément se convaincre de l'identité des idées consignées dans des leçons, des mémoires et des publications faites à Édimbourg dès 1842-45, et des idées qui ont vu le jour à Berlin, bien des années après. Il faut aussi tenir présente à l'esprit la méthode d'enseignement de Goodsir : il énonçait des principes auxquels il s'attachait toujours. Il s'en contentait, les considérant comme destinés à tout embrasser. C'est ce qui nous expliquera un autre point sur lequel nous insisterons, par rapport à la citation nouvelle que nous allons extraire des *Archives*. En posant donc les questions, pour ce qui touche les points que nous venons de discuter, dans les termes les plus favora-

bles à Virchow, c'est-à-dire en en faisant une simple question de priorité, comme le *Pall Mall Gazette*, on voit que la priorité de la découverte de la soi-disant inflammation parenchymateuse, appartient incontestablement à Goodsir et à Édimbourg.

Le second des deux passages dont j'ai parlé se trouve dans le même article, il est conçu dans les termes suivants :

« Déjà J. Goodsir avec une grande sûreté empirique, a dé- » signé les noyaux cellulaires comme des centres de nutrition ; » plus tard Donders a considéré comme d'une plus grande » importance la constante spécificité de la paroi cellulaire et » sa signification capitale ; il l'a fait d'une manière un peu » exclusive sans doute, mais malgré cela avec une pleine » vérité. *La vie des cellules, ou ce qui revient au même, la vie* » *en général, a comme premier point d'appui l'existence cor-* » *rélative d'une membrane et d'un noyau sain sans lesquels* » *il n'y a pas de vraie cellule.* La permanence des cellules est » en conséquence liée à la conservation et à l'intégrité de ces » parties et chaque action nutritive se rapporte à elles (*Arch.*, » vol. XIV, p. 32, 1858). »

Je tiens ici à faire ressortir l'injustice de cette citation comme des autres qui l'ont précédée. Je veux parler des critiques peu justifiées dont les idées ou les observations de J. Goodsir sont l'objet. Nous voudrions savoir, par exemple, le sens précis et les motifs de cette expression : « *un point de vue assez isolé* », lorsque nous pouvons affirmer, en nous appuyant sur ce qui est dit aux pages 417, 418, etc. du second volume des *Mémoires anatomiques*, que les vues de Goodsir, sur la vie propre des cellules et la réunion de la membrane de cellule et du noyau, pour former une cellule proprement dite étaient aussi complètes et aussi précises que les idées émises par Virchow en son propre nom, dans ce passage que nous venons de citer. Ensuite, pour ce qui regarde ce long et important passage sur les *territoires cellulaires* que nous avons cité en premier lieu, ce passage si important et si original, et dont la critique a si largement fait son profit, on aimerait à savoir sur quels points « il n'adhérait pas » aux principes formulés par Goodsir. Et je le répète, c'était là une déclaration d'autant plus nécessaire, que jamais Virchow n'a écrit *ex pro-*

fesso une revue critique des travaux de J. Goodsir, ce qui l'aurait soumis à toute la responsabilité que doit encourir un critique. En somme, cet emprunteur scientifique a recours au vieux stratagème qui consiste à déprécier la marchandise que l'on veut acheter.

J'arrive maintenant, dit T. Goodsir, au second passage important; c'est d'ailleurs le dernier paragraphe que je citerai. Il se trouve dans le même article sur l'*irritation et l'irritabilité*, dont nous avons tiré nos deux dernières citations :

« Cela était le commencement de mes anciennes observa-
» tions. Dans ces dernières années, j'ai publié mes observa-
» tions sur la colossale exubérance des noyaux et des cellules
» dans la tuberculose et le typhus (*Würzb. Verh.* 1850.
» B. I, S. 84), sur la possibilité de transformation des tumeurs
» (S. 134) et mes premiers résultats dans mes investigations
» sur la nature cellulaire des corpuscules des cartilages et des
» os (S. 193), auxquels j'ai ajouté dans ces dernières années
» la détermination de la nature du tissu connectif. D'après
» cela, celui-ci serait un tissu-germe général duquel la plupart
» des formations pathologiques dériveraient. Que l'on compare
» sur ce sujet l'exposition que j'ai donnée dans mon *Manuel de*
» *pathologie spéciale* (t. I, p. 333), où se trouvent les infor-
» mations historiques complémentaires (plus étendues encore
» dans mes *Archives*, t. XI, p. 91). Il y est montré que ce
» sont des faits généraux reconnus que la division des noyaux
» et des cellules dans les tissus pathologiques, prouvée par
» Gunsburg et Breur, et la non-existence de la formation libre
» des cellules, prouvée par Remak. On pourrait y joindre que
» Martin Barry et J. Goodsir ont montré avant déjà le déve-
» loppement de jeunes éléments *dans la sphère des anciens*. Je
» reconnais volontiers cette priorité; je crois pourtant aussi
» pouvoir dire que les faits pathologiques publiés çà et là, en
» partie sans certitude, en partie comme douteux, comme pour
» se garantir, et que tout ce qui sur ce sujet est encore flot-
» tant dans l'air, ne reste plus douteux pour qui prend en
» considération ce rôle du tissu connectif et de ses dérivés
» immédiats. Déjà le beau travail de Goodsir (1) sur l'ulcéra-

(1) Goodsir, *Anatomical and pathol. observ.* Edimbourg, 1845, p. 17.

» tion des cartilages articulaires, qui représente à peu près la
» plus importante découverte de cette période, donne plus
» l'impression d'une exposition abstraite que d'une démonstra-
» tion empirique réelle, parce que, au point de vue morpholo-
» gique, elle laisse dans le vide les parties anatomiques propres.
» Aucun auteur avant moi n'a étudié les formations patholo-
» giques nouvelles comme une grande série parallèle aux for-
» mations nouvelles embryonnaires; l'une se rattache à l'in-
» flammation, l'autre aux tumeurs, et la troisième au pigment
» et aux os. Nous savons, du reste, que chacune de ces voies
» renferme en elle-même quelque erreur nécessaire, et qu'au-
» cune ne peut avoir été poursuivie avec un bonheur complet,
» parce qu'un contrôle régulier n'a pu être rempli par les
» données de l'embryologie, de l'histologie ordinaire et des
» autres parties de l'histoire du développement pathologique. »
(*Archives*, vol. XIV, p. 38-39. 1858.)

Ce remarquable passage fut écrit et publié dans le journal de Virchow, l'année même où parut son ouvrage aujourd'hui célèbre sur la *Pathologie cellulaire.* Ce passage ressemble, par plusieurs côtés, à ceux que nous avons cités; mais il présente, en outre, des caractères nouveaux, qui, fort heureusement pour la vérité et la justice, trahissent, par le fait même de l'auteur, son indigne conduite envers un confrère scientifique.

En premier lieu, le professeur Virchow donne, dans ce passage comme dans les autres que nous avons cités, une place à part aux *Observations anatomiques et pathologiques* de Goodsir, en raison de leur mérite en général, et plus particulièrement parce qu'elles renferment ce qu'il appelle « *la dé-*
» *couverte presque la plus importante de l'époque;* » et c'est là une répétition de ce qu'il avait déjà constaté relativement au principe formulé par le professeur écossais concernant les *centres de nutrition*, et surtout par rapport au passage qui concerne les *territoires cellulaires*, découverte dont l'originalité et l'importance ne peuvent pas être contestées, d'après le professeur berlinois lui-même, *bien que les praticiens puissent en sourire.*

Mais, en second lieu, Virchow parle défavorablement de ces

travaux de Goodsir dans les termes suivants : (Cet ouvrage) » *donne l'impression d'une exposition abstraite plutôt que d'une description pratique et fondée sur les faits* ». Il s'agit ici de l'ulcération des cartilages articulaires. C'est ainsi que, dans un autre endroit, il dit que la formule de Goodsir, relativement aux centres nutritifs, bien qu'elle renferme une part de vérité, n'envisage qu'un côté de la question. C'est ainsi qu'il ne rend pas franchement et ouvertement justice aux vues de J. Goodsir concernant l'inflammation; c'est ainsi, enfin, qu'il arrose de son scepticisme scientifique, en 1852, ce grand principe des territoires cellulaires, pendant qu'il en proclamait l'originalité, et pendant qu'il s'appropriait cette même expression de « *territoires cellulaires* », dans le but d'en tirer parti plus tard.

Troisièmement, tout en déclarant qu'il réclame certaines découvertes en pathologie pour lui-même, il ne peut pas s'attribuer complétement aucun des grands principes fondamentaux de son système; la force des choses l'oblige ici à reconnaître les droits acquis par John Goodsir, dans des travaux livrés ouvertement à la publicité. Enfin, loin qu'il soit vrai que Virchow est arrivé à une vaste généralisation en raison de « *ses connaissances pratiques en embryologie, en histologie ordinaire, et dans toutes les branches de l'histoire des processus morbides* », je maintiens que ce sont précisément les connaissances de mon frère dans toutes ces branches qui lui ont permis de formuler la vraie doctrine longtemps avant Virchow. Mais entre celui qui découvre des principes (et Virchow lui-même considère les vues de Goodsir sur l'ulcération du cartilage comme la découverte presque la plus importante de l'époque), et celui qui se sert de ces principes pour base de ses travaux, il y a tout autant de différence qu'entre l'architecte et le maître maçon, sans parler du droit inaliénable de l'architecte relativement au mérite de son plan.

Que se passe-t-il donc dans ces circonstances? En 1858, Virchow publie, dans un gros volume, vingt leçons qui contiennent son système de pathologie cellulaire. Or voici la seule et peu satisfaisante allusion aux travaux de Goodsir qui se trouve dans ce volume :

« Car l'acte de formation de l'accroissement véritable com» mun par une multiplication des centres, car les noyaux doivent » être considérés comme les organes centraux des cellules, » ainsi que l'a depuis longtemps démontré John Goodsir. »

Et ceci est dit lorsque le principe « nécessaire » des territoires cellulaires, adopté comme sien par le professeur de Berlin en 1852, est employé par lui comme principe fondamental dès la première leçon, et au cœur même de cette leçon. Ce n'est pas tout, car cet autre principe si remarquable de la « *cellule mère* » et de sa progéniture, est employé tout aussi habilement et fructueusement par le professeur de Berlin, sans la moindre allusion à son véritable auteur. De plus, les principes relatifs à la nutrition et à la sécrétion, auxquels mon frère attachait une si grande importance, sont mis en œuvre de manière à apporter à Virchow, et à Berlin, tous les avantages dont Goodsir n'a jamais joui. Je plaide la cause de la vérité, de l'équité et de la justice ; aussi je parle sans réticence et sans crainte. Et dans tout ce que j'avance, relativement à l'usurpation silencieuse de la propriété intellectuelle de Goodsir par Virchow, je m'appuie sur la conduite de Virchow lui-même envers d'autres savants, dans ces mêmes leçons : car il critique librement les opinions de Schwann, de Schleiden, de Henle, de Kölliker, de Brücke et d'autres auteurs ; et souvent il oppose ce qu'il appelle « *ma théorie* » aux théories avouées par l'un ou l'autre de ces observateurs. Pendant ce temps, le nom de J. Goodsir, sauf l'uuique exception que j'ai signalée, n'est jamais cité, même par rapport aux « *territoires cellulaires* ». Or comme Virchow n'a jamais montré, dans ses *Archives* en quoi Goodsir s'était trompé, dans l'énoncé des grands principes physiologiques qu'il avait découverts, il aurait du moins fallu le dire ici, dans ces leçons, comme cela a été fait par Schwann, Schleiden et Henle (*Path. cell.*, p. 43) pour montrer que Virchow, en corrigeant ces doctrines, se les était légitimement appropriées. Mais il ne l'a fait ni dans ses *Leçons*, ni dans ses *Archives*, ce qui ne l'empêche pas de se les attribuer tous sans aucune exception et de s'en servir dans ses leçons comme émanant de lui.

Pour couronner le tout, il nous reste une seule chose à dire. Dans les deux éditions allemandes de la *Pathologie cellulaire*

publiées à Berlin en 1858 et 1859, Goodsir n'est cité qu'une seule fois dans le passage que nous avons rapporté. Mais on avait senti qu'en présence d'un public anglais les choses ne pourraient pas se passer ainsi. Voilà pourquoi, quand l'ouvrage fut traduit en anglais et publié à Londres, en 1860, on y mit une dédicace à John Goodsir. C'était là jeter un gâteau à Cerbère. Mais grâce à l'écrivain que nous avons déjà cité, dans le *British medical journal*, Cerbère ne se laissa pas complétement désarmer. Je sais que mon frère fut fort reconnaissant à cet auteur inconnu, de lui avoir ainsi rendu justice, en 1861.

D'un autre côté, mon frère, quoique profondément blessé de l'injustice que lui avait faite Virchow, ne jugea pas à propos de revendiquer ses droits, ne voulant pas dans une controverse de ce genre user ses forces déjà affaiblies. Il se consolait d'ailleurs, en songeant à deux choses : premièrement, que les vérités scientifiques qu'il avait découvertes seraient vulgarisées par l'ouvrage de Virchow, et ensuite que le temps aidant, on finirait par lui rendre justice.

. . . .

. . . .

On a prétendu défendre Virchow, en faisant remarquer que son livre se compose de leçons adressées à des étudiants. Or, cette circonstance, loin d'atténuer les torts de l'auteur, me paraît les aggraver. Car celui qui enseigne une science me paraît obligé, dans des limites raisonnables, d'instruire ses élèves de ce qui concerne l'histoire de cette science, aussi bien que des principes. Et l'accomplissement de ce devoir est absolument indispensable dans les cas où, comme cela est arrivé pour Virchow, le mérite d'avoir créé le système tout entier ne peut manquer d'être attribué à l'auteur, s'il néglige d'indiquer la part d'autrui, en raison même de la nouveauté du sujet. Non-seulement Virchow n'a point rempli ce devoir, mais il parle à diverses reprises des découvertes de Goodsir comme si elles lui appartenaient en propre (voy. p. 14, 94, etc.). Mais enfin, même en supposant que le professeur en chaire ait le droit de formuler des vérités scientifiques sans en indiquer la provenance, il faut du moins que ce système soit uniformément appliqué : c'est ce qui serait nécessaire pour rendre Vir-

chow excusable. Il faut, pour être impartial, qu'il s'approprie tout sans citer personne. Mais il fait précisément l'inverse. Il reconnaît que Schleiden, Schwann et Henle, ont eu le mérite de fonder et de propager la théorie cellulaire. Il rend justice aux uns sur plusieurs points, et aux autres sur un seul point; c'est ce qu'il a fait pour Paget, Huxley et Goodsir. Mais jamais un homme qui, connaissant la théorie cellulaire et son application à la pathologie, aurait entendu les leçons de Virchow ou lu son livre, jamais cet homme ne s'imaginerait que J. Goodsir est en réalité l'auteur de la découverte fondamentale sur laquelle ces leçons s'appuient.

. . . .

. . . .

En conséquence, je proteste formellement, dit en terminant T. Goodsir : 1° parce que Virchow a manifestement commis un plagiat au préjudice de J. Goodsir, dès l'année 1852, dans ses *Archives*, au sujet du principe des « *territoires cellulaires* » ; et 2° parce que non-seulement il persévère dans cet acte immoral jusqu'à ce jour, mais encore, il s'attribue plusieurs autres découvertes du même auteur sans le citer, telles que la prolifération cellulaire, l'inflammation soi-disant parenchymateuse, la théorie de la nutrition et de la sécrétion.

. . . .

A la suite des données précédentes sur les théories de J. Goodsir j'indiquerai que l'ensemble des faits exposés dans mon livre (1) correspond sous plusieurs points de vue fondamentaux à ceux que le professeur H. Bennett a fait connaître depuis 1855 sous le nom de *théorie moléculaire de l'organisation* (2).

(1) Voyez particulièrement la 1re *partie* et la 2e *section* de la 3e partie. Ces faits sont un développement (mis en rapport avec l'état actuel de nos connaissances) de ceux que j'ai toujours exposés dans mon enseignement et dans mes publications. Voy. Ch. Robin et Verdeil, *Chimie anatomique*. Paris, 1853, in-8, t. I, prolégomènes; Ch. Robin, *Hist. nat. des végétaux parasites*. Paris, prolégomènes, art. II et suiv.; Littré et Ch. Robin, *Diction. de méd.*, 10e édit. et éditions suivantes, art. ÉLÉMENTS ANATOMIQUES, ORGANIQUE, ORGANISÉ, etc. *Programme du cours d'histologie*, 1864 et 2e édit., 1870, etc.

(2) H. Bennett, *Report of the British Association for the advancment of science*, 1855, p. 189; *Proceedings of the rogal Society of Edinburgh*, avril, 1861; *Lectures on molecular physiology* (The Lancet. London, 1863, in-4); H. Bennett, *Leçons cliniques sur les principes et la pratique de la médecine*, trad. franç. par Lebrun, Paris, 1873, in-8, t. I, p. 160.

Les termes diffèrent, et par suite bien des détails de l'exposition, mais le fond des idées reste le même, dès qu'on voit qu'il entend par *molécules histogénétiques* ou *histolytiques* ce qu'avec Buffon (1) et autres j'appelle *matière* ou *substance organisée* (p. 2, 3, 4, 18 et suiv.).

En lisant les passages suivants de l'éminent pathologiste d'Édimbourg, comparativement aux pages qui viennent d'être indiquées, on verra que nous soutenons en bien des points la même doctrine. Les éléments ultimes de l'organisme ne sont point des cellules, ni des noyaux, dit-il, mais de petites particules possédant des propriétés physiques et vitales indépendantes, en vertu desquelles elles s'unissent et s'arrangent pour constituer des formes plus élevées. Ces formes sont les noyaux, les cellules, les fibres, les membranes. Toutes peuvent se former directement de ces molécules. Le développement et la croissance des tissus s'opèrent par la formation de molécules histogénétiques et histolytiques, pouvant s'unir entre elles, ici en dedans, là en dehors des cellules; mais ce n'est point le noyau ni la cellule qui agissent comme centre. La matière de ces molécules est *nutritive* ou *germinale*, suivant l'expression de Beale.

Bennett ajoute avec raison que la théorie de l'organisation moléculaire est en contradiction avec les idées de ceux qui soutiennent comme Virchow : 1° que tous les tissus proviennent exclusivement d'une prolifération cellulaire, et *qu'il n'est pas d'autre voie possible* que la prolifération pour la production

(1) Buffon, *Hist. nat. des animaux*. Paris, 1749, in-4. t. II, p. 39. Rappelons que la matière organisée peut être liquide, demi-solide ou solide. Si elle est liquide (tels sont les *plasmas* du sang et de la lymphe et les *protoplasmas*, voy. p. 241 et suiv.), elle se distingue de toute substance brute par la prédominance, quant à la masse, des substances organiques non desséchées, et l'on doit dire non desséchées, car l'eau qu'on indique dans la substance organisée est, en plus grande partie, de l'eau de constitution des *substances organiques* elles-mêmes (p. 34). Lorsqu'elle est solide ou demi-solide, elle est soit *amorphe* (p. 3 et suiv.), soit *figurée* (p. 4), c'est-à-dire qu'elle a une forme et une structure spéciale. Si elle est amorphe, elle se distingue encore en cela que les *substances organiques* y prédominent sur les corps d'origine minérale. Mais la matière organisée prend, le plus souvent, lorsqu'elle est solide, des formes et une *structure* spéciales, qui la distinguent des corps *bruts;* et cela, lors même que, dans sa composition immédiate, les principes d'origine minérale l'emportent quant à la masse, comme on le voit dans les os, les coquilles, etc. (Voy. p. 129 et Ch. Robin, *loc. cit.*, 1853, t. I).

des cellules ; 2° que *la cellule est réellement le dernier élément morphologique dans lequel la vie se manifeste, et qu'il est impossible de rejeter le siége de l'animation vitale au delà de la cellule*, assertion qui forme le second point fondamental de la théorie cellulaire (1).

Il est d'autres faits encore d'ordre pathologique qui se rapportent à la constitution de l'organisme par des cellules et à leurs dérivés cellulaires (*pathologie cellulaire*) accidentels, dont il faut également signaler ici l'importance au point de vue historique. Il faut noter, en premier lieu, l'idée de la détermination de la nature des tumeurs en général, d'après leur comparaison aux tissus normaux, mise en avant par J. Müller (2), et poursuivie dans les années suivantes par Valentin, Vogel, Gluge, etc. Müller détermina ainsi nettement la nature cartilagineuse de certaines tumeurs et celle des tumeurs fibreuses.

A ces indications sommaires il faut ajouter celle des recherches qui se rapportent au passage accidentel des leucocytes, des épithéliums et autres éléments tant cellulaires que fibreux à l'état granuleux. Le passage à cet état change peu à

(1) Bennett cite à juste titre le sarcolemme, la capsule du cristallin, etc., les pièces squelettiques diverses des articulés, des échinodermes, des polypes, des spongiaires, etc., comme autant de parties petites ou volumineuses qu'il est impossible de rapporter à des productions cellulaires. Voy. p. 124, 129, et Ch. Robin, *Tableaux d'anatomie*. Paris, 1850, in-4, 8e, 9e et 10e tableaux. Voyez aussi p. 556 à 558. Il faut de plus faire observer qu'en fait, au point de vue morphologique, le dernier élément organique, celui qui est le moins variable c'est le noyau (voy. p. 72). Seulement, et ce fait est en corrélation avec celui-là, le noyau n'est pas un centre de nutrition et de sécrétion comme l'a pensé Goodsir (p. 577). L'observation montre que ce sont plutôt les corps cellulaires qui sont le siége de ce dernier acte et non pas les noyaux (voy. p. 259, 345 et 504). Elle montre aussi que ces derniers sont surtout des *centres de génération* (voy. p. 202, 299, 335, 346 et 391) et que c'est par suite qu'à leur unique rôle nutritif propre s'ajoutent ceux de parties sécrétantes, contractiles, etc., dévolus aux corps cellulaires ou à leurs dépendances fibreuses. Ajoutons en terminant qu'en passant du point de vue théorique à l'examen de la réalité ce sont : 1° les groupes cellulaires par lesquels débutent les organes embryonnaires indiqués pages 292, 302 et 353 et suivantes ; 2° ceux par lesquels commencent le tubercule, les chondromes et les productions morbides dont il est quesstion (pages 229, 595 et suivantes), qui représentent ce que Goodsir, copié par Virchow, a nommé des *territoires cellulaires*. Seulement leur mode d'accroissement, surtout dans le cas des tumeurs épithéliales (voy. p. 202 et suiv.), ne répond pas à ce qu'indiquait la théorie pages 576 et suivantes (voy. aussi la note, p. 222).

(2) J. Müller, *Ueber feineren Bau und die Formen der krankhaften Geschwülste*. Berlin, 1835, in-fol.

peu tellement les caractères de ces cellules, etc., que pendant longtemps on a pris pour des espèces distinctes celles qui offraient cette altération. Ce sont particulièrement les travaux de Reinhardt (1), qui ont donné la première impulsion aux études rationnelles sur ce genre de lésions.

Ce passage à l'état granuleux des divers éléments anatomiques dont il a été question plus haut (p. 82), n'est comme celui des cellules des glandes sébacées qu'une *progression évolutive*, mais sénile ou pathologique au lieu d'être normale et nullement une *régression* (2). Ces changements accidentels de structure, devenant graduellement de plus en plus prononcés, peuvent même aussi arriver jusqu'à déterminer la fin de l'existence de ces éléments par leur rupture et dissociation en détritus morbide formé de granules graisseux et de particules irrégulières de substance azotée.

Il faut encore noter le fait de la détermination de la nature anatomique réelle des tumeurs dites cancéreuses, en tant que provenances par multiplication exagérée des épithéliums en général, tant tégumentaires d'une part que profonds ou parenchymateux de l'autre, dont les cellules et le noyau sont individuellement plus ou moins hypertrophiés, granuleux ou non, déformés, creusés d'excavations, etc. Parmi les premiers travaux publiés dans cette direction, comptent ceux de Lebert (3). Il démontra la nature glandulaire hypertrophique de beaucoup de tumeurs mammaires et autres, et la nature épithéliale des tumeurs dites cancers cutanés et des muqueuses à épithélium pavimenteux (*cancroïdes*), en même temps qu'il s'efforçait de démontrer, avec Hannover (1843) la nature spécifique du

(1) Reinhardt, *Ueber die Entstehung der Kornchenzellen* (Archiv für pathol. Anat. Berlin, 1847, in-8, t. I, p. 20).

(2) Cette désignation a été introduite dans la science par Wetter et par Burdach, d'après cette hypothèse que ces modifications des éléments anatomiques seraient un retour en arrière de ces parties vers l'une des phases de leur évolution première. Mais cette expression est des plus impropres, car il n'y a pas plus là un retour des éléments anatomiques à un état antérieur d'évolution incomplète que dans la réplétion normale graduelle des cellules épithéliales des glandes sébacées par des gouttes huileuses, réplétion qui finit par déterminer la rupture de ces cellules avec mise en liberté de leur contenu par destruction naturelle de l'élément conduisant à l'accomplissement du rôle spécial qui lui est dévolu (voy. p. 270 et 460).

(3) Lebert, *Physiologie pathologique*. Paris, 1845, in-8.

noyau et de la cellule dite *cancéreuse*, alors qu'on ne savait pas encore que ces *cancers* dérivent des épithéliums profonds des glandes, du testicule, du rein, etc., et par conséquent sont des tumeurs de même ordre que les autres, mais provenant des épithéliums profonds et non des tégumentaires. Toutefois, avec ces différences de point de départ coexistent des différences notables dans la structure, les modifications des cellules et des noyaux, la rapidité de la marche, etc. H. Bennett, au contraire (1), Bruch (2) et autres ont montré que les cellules dites cancéreuses n'étaient que des cellules de nature épithéliale, plus ou moins modifiées, mais conservant pour la plupart l'ensemble des caractères des éléments de ce groupe.

De plus, dans leur accroissement, ces tumeurs aussi bien que les tumeurs kysteuses (3) et solides d'origine glandulaire, la multiplication des cellules ayant lieu comme il a déjà été dit (p. 208), déterminent la continuation des involutions ou introrsions épithéliales originelles (p. 200), et comme conséquence l'envahissement des tissus sains par le produit morbide (4).

D'autre part, Verneuil a montré (1855) que les kystes dermoïdes (*hétéropie plastique* de Lebert), au niveau de l'arcade sourcilière et autres, devaient être attribués à une anomalie dans la réunion de quelque partie du tégument primitivement séparé par des fissures. En effet, il existe chez l'embryon, entre la vésicule cérébrale antérieure qui formera le front et l'arc branchial supérieur qui constituera une partie de la face, une fente dite *fente branchiale supérieure.* Quand a lieu un arrêt de développement de cet arc branchial supérieur coexistant avec un enclavement d'une partie des téguments entre les deux parties du squelette, il y a formation de la partie profonde du kyste. En un mot, ce phénomène est dû à ce que la fusion osseuse, au lieu de se faire jusqu'au fond de la scissure, n'a lieu que sur ses bords. Il s'y emprisonne alors un petit sac de

(1) Bennett, *On cancerous and cancroïd growths.* Edimbourg, 1849, in-8.
(2) Bruch, *Die Diagnosis der bœsartigen Geschwülste.* Meinz, 1847.
(3) Fox, *Cystic tumours of the ovary* (Med. chir. transact. London, 1864, in-8, et Journ. d'anat. et de physiol., 1865).
(4) Voyez aussi p. 213 et Ch. Robin, *Des tissus et des sécrétions.* Paris, 1869, n-8, p. 107 et suiv.

peau clos, qui s'accroît absolument comme le tégument externe normalement étalé. En se remplissant des cellules épithéliales qui se desquament et du produit des glandes pileuses et sudoripares, ce sac forme un kyste sébacé. Ce pincement de la peau correspondante, avec enclavement de la partie la plus profonde du kyste dans la fente viscérale supérieure, rend compte des récidives ou des fistules consécutives qui résultent d'une ablation incomplète de ces sortes de tumeurs; en effet, si pendant l'opération on n'enlève pas, à l'aide d'une curette, la partie profonde du cul-de-sac incrustée dans l'arcade sourcilière, et ne rugine pas la portion correspondante du frontal, on voit bientôt la tumeur se reproduire et réclamer une nouvelle opération. C'est par un enclavement embryonnaire du même genre au niveau de la fente ou arc viscéral inférieur que se produisent les fistules laryngiennes congénitales. His (1867) a montré de plus que le canal de Wolff résulte de l'introrsion d'une portion du feuillet blastodermique externe dans le feuillet moyen, dont les cellules, en se multipliant et par des involutions consécutives, forment les tubes épithéliaux du rein d'une part, puis d'autre part ceux du testicule ou de l'ovaire; or, il y a production de kystes dermoïdes testiculaires ou ovariens quand en même temps il y a enclavement de quelque partie de la portion cutanée proprement dite du feuillet externe ou corné.

On voit, de plus, se produire des masses parenchymateuses, avec ou sans tubes propres autour des prolongements de leurs épithéliums, qui tapissent ces tubes comme à l'ordinaire, de manière à représenter ainsi, sous forme de tumeurs, des lobes entiers d'un tissu analogue à celui de la mamelle, de la parotide, des glandes sébacées, des tudes épididymaires ou testiculaires. Cette genèse aberrante, qui rentre dans le cas de l'hypergenèse lorsqu'elle s'observe dans l'épaisseur des glandes, a lieu encore dans leur voisinage, tantôt avec contiguïté presque immédiate, tantôt plus ou moins loin de l'organe normal ou déjà directement altéré.

Mais, en outre, dans ces conditions-là, au sein des ganglions lymphatiques correspondant à l'organe devenu primitivement le siége de l'hypergenèse, on voit naître des tubes landulaires ramifiés et terminés en cæcums de même forme et

de mêmes dimensions que dans l'organe précédent, et constituant de véritables *acini* dont les culs-de-sac, coupés tranversalement, ont souvent été décrits comme des alvéoles clos de toutes parts (*cancer alvéolaire*), faute d'une étude convenable de la texture de ces produits morbides comparativement aux tissus normaux.

Au lieu de tubes proprement dits, ce sont assez souvent de véritables cylindres pleins composés de noyaux ou de cellules juxtaposés; les cellules comme les tubes reproduisent dans leurs dimensions, leur structure, leurs formes, même développées outre mesure, les caractères qu'on observe sur les mêmes parties de l'organe primitivement malade. Lors de leur apparition dans ces conditions morbides, les éléments se rapprochent beaucoup de ceux qu'on trouvait dans l'organe avant qu'il fût devenu malade, ou même leur sont identiques; mais leur développement rapide les conduit en peu de temps à s'éloigner de cet état et à prendre les dispositions qu'on observe dans les noyaux ou les cellules correspondants de la mamelle, de l'épididyme, etc., dont l'état morbide a suscité leur genèse (1).

(1) Ce sont surtout les éléments arrivés à ce degré d'évolution morbide qui ont reçu les noms d'éléments du *cancer*, *noyaux* ou *cellules cancéreuses*, *carcinomateuses*, *squirrheuses*, etc., d'après ceux du tissu où on les trouve, et qui ont aussi été appelés *hétéromorphes* ou *hétérologues*. Le mot *hétéromorphe* paraît avoir été introduit dans le langage médical par Alibert (*Monographie des dermatoses*. Paris, 1832, in-4, p. 761), pour désigner les affections cutanées qui ne pouvaient être rangées dans aucun groupe dit naturel. Si l'on trouvait dans l'économie des espèces d'éléments distincts de celles qu'on rencontre ordinairement, au lieu d'altérations diverses de leur état normal, il y aurait aussi une *génération hétéromorphe*, ou mode de naissance différent de ceux que nous avons déjà étudiés. Mais il n'y a pas plus de *génération hétéromorphe* ou *hétéroplasie* (Lobstein), que de substances, d'éléments ou de tissus *hétéromorphes* ou *hétéroplastiques* (*hétéroplasmes* de Burdach, *Physiologie*. Paris, 1837, in-8, t. VII, p. 374). On en a supposé l'existence, faute de reconnaître les faits précédents relatifs à la génération des éléments, etc.; faute de savoir jusqu'où peuvent s'étendre les limites de leur variabilité, c'est-à-dire les aberrations de leur volume, de leur forme et de leur structure, comparativement aux phases normales de leur développement; faute de pouvoir rattacher les divers états morbides aux états normaux dont ils dérivent. Ainsi ces mots et ceux de *cancer*, de *cellules cancéreuses*, *squirrheuses* ou leurs analogues, ne désignant par conséquent qu'un état, une phase d'évolution accidentelle ou morbide de diverses variétés d'épithéliums le plus souvent, et quelquefois des myéloplaxes, des cellules et des noyaux embryoplastiques. Mais ils ne désignent pas une espèce déterminée et distincte, tant d'élément que de tissu, qui ne pourrait être rattachée aux tissus naturels par sa structure, son évolution et ses autres qualités; pas plus

Ainsi, en même temps que se manifeste cette aberration de la propriété de naissance, on voit ici les éléments nouveau-nés, les cellules épithéliales en particulier, offrir dans leur propre évolution les mêmes aberrations que présentent les cellules des organes précédents devenus malades; ainsi il y a corrélation, jusque dans leurs états pathologiques, des phénomènes de naissance et de développement observés sur les éléments de l'organe devenu malade et du tissu morbide nouvellement produit analogue à son tissu propre.

Le mode de perturbation de la genèse des éléments qui vient d'être signalé a pour résultat la production dans les ganglions, ou même ailleurs, d'un tissu qui offre ainsi diverses particularités curieuses à signaler : 1° ce tissu n'existe pas à l'état normal dans le lieu où il naît; 2° il n'est semblable à aucun tissu normal, mais bien aux tissus de la mamelle, du testicule, etc., devenus malades, et tels qu'ils sont après les déformations diverses de leurs cellules épithéliales propres (1).

que ces modifications de ces éléments, celles de la texture qui en sont la conséquence, avec ou sans ramollissement (voy. p. 511-512), ne sont un fait de *transformation des tumeurs* qui en sont le siége.

(1) Ces faits caractérisent les cas dits d'*hétérotopie consécutive*, c'est-à-dire de naissance de masses morbides, d'une structure déterminée, hors du lieu où siégent les tissus normaux correspondants, mais consécutivement à une lésion plus ou moins ancienne de ces organes naturels. Cette production peut consister simplement en une hypertrophie des épithéliums nucléaires normaux des glandes lymphatiques voisines de l'organe primitivement atteint, avec production de matière amorphe entre eux et passage à l'état d'épithéliums cellulaires (voy. p. 203 et 208). De plus, en même temps et indépendamment de ce fait il peut y avoir genèse d'un tissu analogue à celui qui est le premier atteint, et cela ailleurs que dans les ganglions. C'est ainsi que chez quelques sujets, pendant la durée de l'évolution de certaines tumeurs épithéliales tégumentaires ou glandulaires ulcérées ou non de l'utérus, du rectum, de la langue, de la mamelle, etc., on voit naître des tumeurs d'une texture semblable ou analogue dans les tissus musculaires, pulmonaire, lamineux, dans les nerfs, dans le canal médullaire des os lui-même, etc., plus ou moins éloignés du tissu primitivement altéré et sans continuité de substance avec lui. C'est ainsi encore qu'il n'est pas très-rare de voir les chondromes (avec ou sans ossification intérieure), se produire aussi, avec ou sans ossification, dans les muscles, la peau, les glandes lymphatiques, les poumons, etc., consécutivement à la production primitive d'une tumeur de ce genre dans quelque os court ou long des membres, etc. Les tumeurs dues à cette hypergenèse des tissus lamineux (*tumeurs fibro-plastiques* ou *sarcomes*) et fibreux proprement dits offrent de fréquents exemples de cette hétérotopie, bien que moins souvent que celles qui sont de nature épithéliale. Dans tous ces cas, du reste, c'est cette génération hétérotopique successive qui caractérise ce que l'on appelle la récidive des tumeurs quand on les a enlevées et la *généralisation des tumeurs* pour celles qui ne l'ont pas été.

Mais, fait remarquable, on observe en outre la naissance des tubes glandulaires, et de cellules qui les tapissent, offrant une texture déterminée, analogue à celle des glandes, dans des régions dépourvues de glandes, et sans qu'aucun des organes d'une région voisine soit devenu malade avant cette genèse. De cette génération *hétérotopique* résulte la production sous forme de tumeurs d'un tissu analogue à des tissus qui existent dans l'économie, mais non dans ce lieu. Dans ce cas, non moins important au point de vue chirurgical, il y a généralisation d'un tissu offrant l'aspect extérieur, la texture des éléments à peu près telle qu'on la trouve dans les *glandes acineuses* en général; mais avec des épithéliums qu'on ne peut *identifier* avec aucun de ceux des glandes connues. En outre, bien qu'ils leur soient analogues, ces épithéliums sont disposés en filaments pleins ou creux, ramifiés en forme de doigts de gant, ou présentent d'autres dispositions plus ou moins ressemblantes à celles des *acini*, sans qu'on puisse pourtant les dire absolument identiques avec ceux d'aucune glande normale (1).

Ces remarques s'appliquent également aux modifications successives que présentent dans leur évolution les tumeurs dites *cancéreuses* ou *carcinomateuses*. L'étude de la texture et de l'évolution des tumeurs et de leurs cellules, faite comparativement à celle des tissus et des éléments normaux, montre

(1) Voyez Ch. Robin, *Mémoire sur trois productions morbides non décrites*, en commun avec M. Laboulbène (Compt. rend. et mém. de la Soc. de biol. Paris, 1853, in-8, p. 185, avec 1 pl.); *Mémoire sur deux nouvelles observations de tumeurs hétéradéniques et sur la nature du tissu qui les compose*, en commun avec M. Lorain (Ibid., 1854, in-8, p. 209); *Note sur un nouveau cas de tumeur hétéradénique*, en commun avec M. Marcé (Ibid. Paris, 1854, in-8, p. 223); *Mémoire sur la production accidentelle d'un tissu ayant la structure glandulaire dans les parties du corps dépourvues de glandes* (Ibid., 1855, p. 91); *Mémoire sur le tissu hétéradénique*, Comptes rendus de l'Académie des sciences, 25 juin 1855 et Gaz. de méd. et de chir. Paris, 1856, in-4, t. III, p. 35 et suiv.); et *Sur une altération du tissu propre de la mamelle* (Compt. rend. des séanc. de l'Acad. des sc. Paris, 1855, in-4, t. XLI, p. 332); et dans Lebert, *Anatomie pathologique*. Paris, 1857, in-fol., t. II, p. 82, pl. XLIX et L. Reste ici la question de savoir si ces diverses variétés de productions *hétéradéniques* résultent d'une véritable genèse de l'ordre de celle des organes dont il a été question page 353 et suivantes, ou si, au contraire, il y a eu inclusion ou enclavement complet de quelque introrsion épithéliale du feuillet interne du blastoderme (voy. p. 292 et 302), comme dans les cas dont il vient d'être question à propos du feuillet externe (p. 596). Jusqu'à présent les faits sont pour la première de ces hypothèses.

qu'on a considéré comme appartenant à une seule espèce à part des cellules qui ne sont que des états ou phases de développement morbide de plusieurs espèces différentes de cellules. Ces états consistent en une hypertrophie du noyau, du nucléole et du corps des cellules, souvent accompagnée de déformations plus ou moins prononcées de celui-ci et de production d'un ou plusieurs nucléoles lorsque cette partie manquait à l'état normal. Le corps des cellules et même le noyau peuvent devenir plus ou moins granuleux, offrir des cavités, etc. Ce sont les divers variétés d'épithélium, celles des épithéliums profonds des parenchymes surtout, puis les noyaux embryoplastiques, les myéloplaxes, les médullocelles même, etc., qui sont le siége, dans diverses conditions morbides, de ces altérations directes, avec génération hétérotopique consécutive (p. 598), changement de couleur, de consistance (p. 512), de vascularité, etc., les conduisant, ou non, aux états dits *encéphaloïde*, *colloïde*, etc. D'après cela, les diverses dénominations par lesquelles on désignait ces éléments altérés tant qu'on les croyait appartenir à une espèce particulière, doivent être abandonnées au domaine de l'histoire seule. Tels sont les mots *cellules* et *noyaux du cancer*, *cellules* et *noyaux squirrheux*, *carcinomateux*, *macrocyte*, etc. Dès l'époque où l'existence d'espèces particulières de cellules a été admise dans les tissus que Laennec avait considérés comme *sans analogues* dans l'économie, la spécificité de ces éléments a été niée. Plusieurs auteurs ont pensé que ces cellules, celles qui sont dites *du cancer*, du moins, n'étaient que des cellules épithéliales modifiées, et non des éléments *hétéromorphes* (p. 597). Mais cette notion, donnée ainsi pour ces éléments seuls, n'a pas suffit pour changer l'ordre des idées admises tant qu'on n'a pu savoir ce que représentent, par rapport à l'état normal, ces masses de tissus divers qui naissent simultanément ou successivement; comment elles se lient, par leur structure et leur mode de naissance, à la structure et à la genèse des tissus normaux. Cette notion ne pouvait convaincre tant que n'étaient pas connus les faits suivants, qui dominent toute l'histoire des tumeurs et qui concernent : 1° L'état normal et la lésion des éléments anatomiques mêmes qui consti-

tuent les tumeurs (p. 466-467) ; et c'est faute de cette comparaison qu'on a été conduit à prendre telle ou telle des phases du développement morbide de certaines cellules pour autant d'espèces à part; 2° l'arrangement réciproque de ces éléments, qui est, comme dans les tissus normaux, en rapport avec leur état de cellules, de fibres, etc., et permet de voir de quelle espèce normale provient un tissu morbide, ou le genre d'altération qu'a subi la texture de celui-ci (1); 3° cette notion ne pouvait suffire tant qu'on ne connaissait pas la naissance d'éléments et de tissus identiques avec ceux de l'organe primitivement malade et semblablement disposés, soit dans les ganglions voisins, soit dans une ou plusieurs régions quelconques de l'économie (p. 599); 4° la naissance de tissus analogues à divers parenchymes glandulaires sans leur être identiques et qui peuvent eux-mêmes être ou non le siége des modifications de volume, de structure, etc., de leurs éléments.

Le mot *cancer* ne désigne donc ni une espèce unique, ni même un genre ou une classe naturelle de tissus morbides, au point de vue de l'anatomie et de la symptomatologie. Il embrasse des espèces nombreuses de tissus, diverses anatomiquement, qui, par leur composition élémentaire et par leur structure, ont des rapports avec les tissus normaux divers aussi dont elles dérivent. De l'une à l'autre des espèces de tumeurs appelées *cancer*, il y a en effet des différences anatomiques notables, selon le tissu qui en a été le point de départ, différences égales à celles que présentent entre eux les tissus normaux, et ne pouvant être saisies avec toute leur valeur qu'autant que déjà on connaît les diverses phases d'évolution de ceux-ci.

Les mots *cancer* et son synonyme grec *carcinome* doivent donc disparaître de la science en tant que désignant une espèce

(1) C'est ainsi que de ce que les tumeurs dites *cancer de la mamelle*, par exemple, ont une structure propre, sont composées de cylindres ramifiés terminés en doigt de gant, avec des cellules ou des noyaux juxtaposés plus ou moins volumineux, il ne faudrait pas conclure que ces tumeurs sont des *hypertrophies mammaires* (bien que la présence des canaux galactophores montre que ces lésions dérivent directement du tissu de la mamelle); car le volume, la forme et l'arrangement des culs-de-sac et de leurs épithéliums, dans les cas d'hypertrophie, sont différents de ces mêmes culs-de-sac pris dans les tumeurs dites *cancer*.

ou même un genre de produits morbides; mais on peut à la rigueur dire d'une tumeur qui est arrivée plus ou moins vite à présenter les modifications évolutives qui viennent d'être signalées (p. 600), qu'elle est arrivée à l'*état cancéreux* ou *carcinomateux*. Toutefois il importe alors de spécifier que ces dénominations sont purement conventionnelles; car ici le mot n'a aucun rapport avec la chose et l'on ne connaît rien sur l'état général de l'économie qui fait que les tumeurs d'origine épithéliale, tant tégumentaires (cutanées, muqueuses, séreuses) que parenchymateuses ou fibro-plastiques, cartilagineuses, etc., peuvent se multiplier et évoluer plus ou moins vite en divers points de l'économie, avec ramollissement, vascularisation, ulcération, etc. Mais quel que soit celle de ces modifications évolutives que présente le tissu morbide, l'étude de sa texture permet toujours de déterminer s'il est de nature cartilagineuse, fibro-plastique, médullaire des os, épithéliale pavimenteuse ou prismatique, ou analogue à tel ou tel des tissus glandulaires, testiculaire, etc. J'ai développé ces données dans les écrits cités page 599 (1); elles résultent d'observations qu'il est facile de confirmer. Aussi Rindfleisch dit-il, avec raison, que l'immense majorité des carcinomes émane des surfaces épithéliales tégumentaires et consiste en une végétation épithéliale qui envahit le tissu conjonctif sous épithélial des membranes et interstitiel des glandes (2). Mais d'autre part on ne saurait citer rien de plus opposé à toute logique scientifique et à la nature réelle des choses que la définition du *cancer* ou *carcinome* donnée par Virchow, reproduite par Cornil et Ranvier, etc. Cette définition, en effet, ne s'appuie pas sur la détermination de la nature et des états évolutifs de l'élément qui, en se multipliant d'une manière excessive (voy. p. 208 et suiv.), amène à la fois la production de tumeurs et l'envahissement par elle des tissus sains ambiants. Elle laisse de côté ce qui est fondamental aux points de vue de la physiologie et de la pathologie, c'est-à-dire ce qui concerne la nature et la disposition dans l'intimité des tumeurs, de l'espèce de cellule

(1) Et surtout *Journ. d'anat. et de physiol.*, 1865, in-8, p. 122 et suiv. *Programme du cours d'histologie*, 1[re] édit., 1864, et 2[e] édit., 1870, p. 387, etc.

(2) Rindfleisch, *Histologie pathologique*, trad. franç. Paris, 1873, p. 162.

qui compose essentiellement chacune d'elles. Elle a tiré, au contraire, sa caractéristique des dispositions qui, dans leur tissu, sont la conséquence de la manière dont leur élément fondamental envahit les parties voisines et des aspects que prend le résidu de cet envahissement. C'est là faire exactement comme si pour déterminer la nature du rein, du testicule, de la mamelle, des parotides, etc., on commençait par éliminer toute notion sur la constitution et les modifications évolutives de leurs tubes et de leurs épithéliums, pour ne tenir compte que du tissu cellulaire seul formant la trame continue avec elle-même dans tout l'organe qu'on trouve entre ces tubes, trame qui naturellement diffère de l'un à l'autre de ces parenchymes. Ainsi, pour ces auteurs, ce qu'il y a de caractéristique dans ces tumeurs, ce n'est ni la nature anatomique de l'élément fondamental, ni les modifications diverses que des conditions évolutives anormales leur ont fait acquérir graduellement. Ce qu'il y a d'essentiel, c'est ce qu'il y a d'accessoire dans ces tumeurs, c'est-à-dire la disposition que présente le tissu cellulaire interposé aux cylindres et aux culs-de-sac épithéliaux, quand après avoir durci le produit morbide on retire de ses coupes les parties envahissantes en voie de multiplication et d'accroissement. Il reste alors une charpente, un système de travées ou un lacis (qu'ils nomment inexactement un *stroma*), dont les mailles ou alvéoles empruntent leurs formes et leurs dimensions au tissu caractéristique qu'on a enlevé. Or, malgré que des dispositions correspondantes puissent être obtenues en traitant de la même manière la prostate, les glandes salivaires et autres à l'état normal, ils définissent le carcinome *un tissu composé d'un stroma fibreux limitant des alvéoles qui forment par leur communication un système caverneux; ces alvéoles sont remplis de cellules libres les unes par rapport aux autres, dans un liquide plus ou moins abondant* (1).

Indépendamment de ce qu'a de matériellement inexact, dans la très-grande majorité des cas, cette dernière partie de la définition, il serait difficile de rien trouver qui montre mieux comment, en prenant l'accessoire pour le principal et en chan-

(1) Cornil, *Dictionn. des sc. méd.* Paris, 1871, art. CARCINOME, p. 347.

geant arbitrairement le sens, soit originel, soit traditionnel des termes scientifiques, on peut donner comme neuves les choses déjà connues. Il est donc inutile d'insister davantage sur ce point.

Nous voyons en résumé qu'il est parfaitement vrai que dans l'état normal, depuis la première division du vitellus, c'est la segmentation progressive et continue de ces globes vitellins qui amène la production de cellules qui toujours restent juxtaposées et se disposent à mesure en feuillets dans lesquels les cellules dès leur origine diffèrent sensiblement d'un feuillet à l'autre, en raison des modifications de constitution intime dont elles sont le siége, grâce à leur mouvement incessant de rénovation moléculaire. C'est à la suite, soit d'involutions, soit de groupement dans chacun de ces feuillets qu'elles arrivent aussi, en grand nombre à la fois, ici à l'état de cellules de la notocorde, de faisceaux striés des muscles, de cellules du cartilage, de fibres-cellules, etc. Elles le font en traversant les phases qui ont été indiquées précédemment (p. 293 et suiv.); mais ce que ne disent pas les théories qui ont abordé ce sujet, c'est que ces phases sont caractérisées par la genèse dans l'intimité de chaque cellule, de nucléole dans le noyau, de granules, de corps cellulaires, de parois propres, point de dépendances fibrillaires, etc., qui n'existaient pas auparavant et qu'en même temps disparaissent d'autres granules, etc., phénomènes qui ont pour conséquence des changements divers de forme, des modifications de structure, de volume, de coloration, de consistance, etc. Toutes ces théories ont omis également les cas dans lesquels, comme pour la génération des éléments nerveux, ce sont les noyaux seuls qui se segmentent graduellement à l'exclusion du corps cellulaire qui disparaît, puis qui une fois arrivés ainsi à être plus ou moins longtemps à l'état de *noyaux libres* (quelles que soient les dénégations opposées à ce fait qui est des plus manifestes) deviennent le centre de la genèse graduelle d'autant de corps cellulaires et de leurs prolongements ou cylindres-axes (voy. p. 331), sans que ces parties soient précédées d'une substance préexistante ayant une configuration propre dont celles-ci seraient une métamorphose; de plus les cellules nerveuses, une fois ainsi produites, ne se segmen-

tent plus jamais, bien que dans certains cas morbides leurs noyaux hypertrophiés puissent se segmenter à leur intérieur (voy. p. 340).

Ces théories ont omis en outre un fait plus répandu encore dans l'économie que le précédent. C'est que lors de la production des groupes de noyaux du tissu lamineux par segmentation continue normale ou morbide (p. 220) et lors de l'apparition des membres des batraciens et des autres vertébrés embryonnaires, il n'est point vrai que le corps cellulaire se segmente aussitôt après la segmentation du nucléus. Là encore (voy. p. 388), ce sont des noyaux apparus comme il a été dit, existant plus ou moins longtemps à l'état de noyaux libres, qui deviennent graduellement le centre de la génération des fibres lamineuses, fibres dont la substance ne dérive manifestement pas de la segmentation d'un corps cellulaire préexistant, et qui une fois produites ne se segmentent elles-mêmes plus.

Ce que ces théories omettent encore d'exposer, c'est la manière dont apparaissent, comparativement à ce qui a eu lieu sur l'embryon, les éléments nouveaux musculaires, nerveux, cartilagineux et autres, naissant sur le fœtus ou chez l'adulte, dans des régions et à une époque où les cellules des feuillets blastodermiques de provenance vitelline (p. 293) n'existent plus, toutes ayant été utilisées, en raison de ce qu'elles arrivent par groupes ou masses à l'état de fibres musculaires, de cartilage, d'éléments nerveux, etc., qui ne se multiplient plus alors par segmentation, et cela plus vite que n'a lieu la division progressive qui accroît leur nombre dans le blastoderme. Pour les fibres lamineuses, ce sont en diverses circonstances des noyaux préexistants qui se multiplient par prolification et deviennent le centre de la genèse des fibres ainsi qu'on vient de le rappeler; mais lors de la formation première et de la régénération des nerfs périphériques et de leurs ganglions, de divers muscles, cartilages, etc., ceux de ces éléments qui existaient déjà ne fournissent nullement par scission ou autrement des cellules semblables aux cellules blastodermiques, qui seraient destinées à subir les phases évolutives qu'ont parcourues celles-ci au début. C'est autrement que les choses se passent (voy. p. 353).

Ce qu'il y a d'important surtout à noter, c'est que ce ne sont

pas les éléments préexistants quelconques, lamineux, épithéliaux, etc., qui se segmentent pour fournir des cellules différentes des leurs, se transformant directement ensuite, ici en fibres musculaires, là en cartilages, en os, en cellules ou en fibres nerveuses, élastiques, etc., ou en cellules du sang, du pus, ou *vice versa*, selon les circonstances et *selon les besoins fonctionnels des parties*. Ces métamorphoses, tant progressives que régressives, c'est-à-dire dans un sens d'abord, puis dans un autre ensuite, dans quelqu'autre cas, admises, soit implicitement, soit explicitement par les histologistes allemands et par leurs imitateurs sont manifestement contredites par l'observation (voy. p. 426, 532, etc.). Quand on a sous les yeux une cellule fibro-plastique, ce n'est point une fibre élastique, pas plus en fait accompli qu'en *puissance*, ni un leucocyte, ni une cellule épithéliale, ni une cellule cartilagineuse, osseuse, médullaire, etc. Quand on voit un leucocyte, ce n'est pas une cellule indifférente qu'on observe, ni une jeune cellule médullaire, musculaire, épithéliale, osseuse, sanguine. Un élément anatomique quelconque ne se transforme pas plus en quelqu'autre que ce soit qu'on ne voit une cellule perdre son élasticité, pour acquérir la contractilité, pas plus que les fibres contractiles ne cessent de l'être pour se montrer douées de névrilité. Ces transmutations d'une cellule en une autre de réaction, de composition, de structure et de propriétés physiologiques dissemblables, qui auraient comblé de joie les alchimistes et qui jettent avec raison tant de défiance sur la validité scientifique de l'anatomie générale dans l'esprit des chimistes actuels quand on leur en parle, ces transmutations n'ont jamais été constatées. Ce que l'on voit, ce sont des modifications évolutives étendues, qui séparent beaucoup l'élément adulte de ce qu'il était lors de son apparition embryonnaire ; ce sont ensuite des modifications accidentelles et aberrantes, très-nombreuses pour chaque élément, toujours singulières par rapport à celles que montre l'évolution normale et souvent aussi étendues, mais qui, en les éloignant toujours et beaucoup de ce qu'était l'état normal à son point de départ, ne les rapprochent jamais, en fait, d'une autre espèce de cellule, pas plus que les maladies ou les anomalies les plus

étranges ou les plus variées n'ont sérieusement conduit à faire du nègre un blanc, d'un bélier un mouton ou réciproquement. Le besoin de faire vite les choses qui veulent du temps, soutenu par l'imagination et surtout par l'abandon des méthodes indispensables que les sciences complexes, comme l'anatomie et la physiologie, doivent emprunter à la chimie et à la physique, ont seulement fait rapprocher pour les besoins de la cause les états évolutifs d'une espèce de cellules de ceux qui appartiennent à une autre et fait donner comme un tout organique un assemblage d'objets réels, mais spéciquement divers.

Enfin ce que ces théories laissent encore de côté, c'est que pour les épithéliums aussi, comme pour les autres éléments anatomiques il arrive un moment et des conditions dans lesquels la bisegmentation continue de ces cellules ne peut plus satisfaire à la rénovation de celles qui tombent des surfaces cutanées, muqueuses et sécrétantes. Rien de plus évident ici que le fait de leur rénovation par genèse des noyaux d'abord et de la matière amorphe presque en même temps; genèse bientôt suivie de l'individualisation de ces couches par segmentation internucléaire (voy. p. 202), sans qu'il y ait un lien généalogique direct entre ces cellules ou leur noyau et les parties correspondantes des cellules qu'elles remplacent ou de celles qui se trouvent dans les tissus qu'elles tapissent.

Ainsi on voit, d'après ce qui précède, que la théorie de la scission continue ou prolifération cellulaire est loin d'être l'exacte expression synthétique de tous les faits concernant l'apparition des éléments anatomiques. Elle laisse de côté le mode de production des parties fibrillaires ou autres dans l'épaisseur des cellules ou autour des noyaux cellulaires comme au centre; elle laisse de côté celui de la production de la gaîne de la notocorde, de la cristalloïde, des parois propres glandulaires, de celles du rein, du testicule, de la substance fondamentale du cartilage, de la substance amorphe cérébro-spinale et autres dont, par tel ou tel artifice de logique, on chercherait en vain à dissimuler l'existence et le mode de formation (voy. p. 331); car rien n'est plus matériellement contraire à la nature des choses que de les rapprocher, comme le font divers auteurs, du tissu lamineux sous le nom de *substances conjonctives*,

puisque non-seulement elles n'ont pas les caractères chimiques et morphologiques de celui-là, mais encore elles diffèrent notablement les unes des autres (1).

Elle fait intervenir la notion de transformation directe des noyaux ou des cellules des tissus lamineux et épithéliaux en fibres élastiques, en cellules du cartilage, en leucocytes et autres éléments en des régions et à des périodes de la vie où ces cellules n'existent pas pour subir la métamorphose invoquée.

Or, dès les premières phases de la vie embryonnaire déjà, on voit se manifester l'existence des blastèmes et des phénomènes de genèse (voy. p. 13 et 16). C'est ce que l'on constate nettement lors de l'apparition de la gaîne, de la notocorde, de la capsule du cristallin, des tubes propres glandulaires, etc. (voy. p. 125 et suiv.), qui sont autant d'éléments anatomiques ayant des caractères nettement déterminés et qui cependant apparaissent sans jamais offrir de liens généalogiques substantiels directs avec les cellules autour desquelles ou entre lesquelles ils naissent, bien que certainement ce soient ces cellules qui, d'une manière directe, fournissent les principes immédiats à l'aide et aux dépens desquels ils s'individualisent. C'est ce

(1) Le *groupe des substances conjonctives* des auteurs allemands modernes correspond à ce qu'avant eux, et encore en France, on appelait les *substances amorphes* (p. 111) d'une part, la *substance fondamentale* du cartilage des os et des dents d'autre part. Ils ont joint en outre à ce groupe les diverses espèces de *parois propres* (reins, testicules, glandes, cristalloïde, périnèvre, myolemme, gaîne de la notocorde, etc., voy. p. 124), diverses par leurs réactions et enfin le *tissu* dit *cellulaire*, *lamineux* ou *conjonctif*, qui non-seulement est surtout composé d'une espèce de cellules à prolongements fibrillaires, c'est-à-dire d'éléments figurés, mais qui en outre diffère complétement des substances amorphes, de la substance fondamentale du cartilage et des diverses sortes de parois propres glandulaires par ses réactions chimiques et sa composition immédiate. Quelque amour que l'on puisse avoir pour les synthèses hardies amenant une simplification dans la conception des choses qui nous entourent, on ne saurait les acceuillir quand elles prétendent réunir des objets aussi divers que ceux-là et quandelles sont contredites par l'observation de tous les jours. Les biologistes sont forcés de reconnaître avec les chimistes que jamais dans un organisme la chimie ne perd ses droits, que partout elle prime la vie qui nulle part ne va contre elle; aussi sont-ils forcés de reconnaître que ce qui n'est pas vrai en chimie ne l'est pas en biologie, et que par suite on ne saurait confondre sous le seul nom de *substance conjonctive* des éléments anatomiques, de composition et de réactions diverses à ce point, que les unes restent intactes dans les agents qui dissolvent les autres, sans parler des différences dans leur pouvoir réfringent, leur ténacité et autres caractères extérieurs; sans parler en outre des différences des altérations de l'une à l'autre quand elles sont dans les mêmes conditions morbides.

que l'on constate plus nettement encore lors de l'apparition des intersections musculaires sur les poissons et les batraciens (voy. p. 305), dont la substance n'est en aucune manière de nature cellulaire. Ce phénomène est encore plus manifeste lorsque dans ces intersections apparaissent, soit des fibres tendineuses, soit ailleurs des cartilages qu'on ne saurait faire dériver de noyaux de cellules, puisque ces parties manquent ici complétement (voy. p. 335, etc.). Enfin, comme dernier exemple et pour ne pas les répéter tous, ce fait se saisit avec non moins d'évidence lorsqu'on voit dans certains points, toujours les mêmes du tissu nerveux (encore uniquement formé de noyaux) et à l'exclusion de ses autres portions, se produire chez tous les vertébrés la substance amorphe à caractère si nettement déterminé qui lui est propre (p. 337).

La genèse s'accomplissant comme il a déjà été dit (p. 16), ne saurait être niée ici plus qu'ailleurs. Ce qui en fait méconnaître la réalité, c'est cette idée que puisque tout dans la plante dérive de cellules, il serait singulier que le contraire fût pour les animaux. Mais que la genèse ait lieu dans l'épaisseur d'un élément anatomique dont elle modifie ainsi la structure et qu'elle développe, ou qu'elle s'accomplisse dans les interstices de plusieurs d'entre eux en voie de rénovation moléculaire continue, elle n'en est pas moins réelle dès l'instant où elle conduit à l'apparition d'une partie qui n'existait pas avant, et qui n'a pas de lien substantiel morphologique et direct avec la matière ambiante. Or, les faits de ce genre ne sont pas douteux pour la genèse de noyaux dans les cellules des plantes (voy. p. 180) et des animaux (p. 177); ils ne le sont pas davantage pour le corps et les cylindres-axes des cellules nerveuses, la gaîne de la notocorde, etc., sans parler du nombre si considérable de parties des enveloppes et des appendices chitineux des animaux annelés et autres éléments qui ne passent jamais par l'état cellulaire, qu'ils aient ou non pour point de départ des phénomènes de sécrétion (p. 129 et suiv.).

CHAPITRE II

SUR L'IRRITATION ET L'IRRITABILITÉ CELLULAIRES.

Toute propriété générale de la matière présente, dans ses manifestations, quelque particularité selon les conditions qui concernent la constitution physique et moléculaire spéciale du corps que nous soumettons à notre examen; elle en offre aussi qui se rapportent au *milieu extérieur* dans lequel est plongée cette matière, comme, par exemple, l'eau, l'air ou le vide.

En dehors de ces conditions particulières, ces propriétés ne se manifestent plus. Elles sont d'ailleurs immanentes à la matière brute, ne se montrent jamais hors d'elle; et, bien qu'elles ne se présentent pas avec une identité absolue de caractères dans les différentes espèces de matières, elles n'offrent pas moins toujours un fonds commun de similitude, qui suffit pour les faire reconnaître.

Il en est de même des propriétés de la substance organisée, et, à plus forte raison, des actes complexes résultant de leur manifestation simultanée. On les voit s'accomplir normalement, se modifier ou même disparaître complétement suivant que les conditions nécessaires à leur existence se trouvent plus ou moins bien réalisées (p. 18 et suiv.).

Ces conditions sont de deux ordres : les premières sont intrinsèques, c'est-à-dire relatives à la constitution physique et moléculaire des éléments anatomiques, c'est-à-dire à la nature chimique, aux proportions quantitatives et à l'état physique des diverses espèces de principes immédiats dont ces éléments se composent (1). Elles sont, en un mot, relatives à ce qui concerne le maintien, l'intégrité de ce qu'il y a de caractéristique et d'essentiel dans l'*état d'organisation* (p. 18).

(1) Comme ces espèces de principes immédiats sont nombreuses, la plupart peu stables chimiquement, et d'une union chimique entre elles moins stable encore (ce qui permet leur issue facile hors des petites masses de la *matière organisée* qu'elles forment, et l'entrée aussi facile de principes analogues ou non), les propriétés immanentes à une matière ainsi constituée trouvent fatalement là des conditions nombreuses de variations. — Ch. Robin, *Sur la substance organisée et l'état d'organisation* (Journ. de physiol. Paris, 1862, in-8, p. 901).

Ces principes immédiats sont nombreux, presque tous peu stables par eux-mêmes et moins stables encore dans leurs combinaisons réciproques, ce qui est la condition d'accomplissement des actes d'*élimination* et d'*assimilation* de la nutrition. En d'autres termes, quand l'échange a lieu entre des principes immédiats analogues à ceux qui composent normalement les éléments anatomiques, la nutrition s'opère régulièrement; quand, au contraire, il s'introduit des principes étrangers à la place des principes normaux, la nutrition est viciée et l'organisme souffre. Cette mobilité chimique des principes immédiats (1), si nécessaire à la rénovation moléculaire des éléments anatomiques, explique en même temps les variations nombreuses que l'on observe dans la manifestation des propriétés de la matière qui est de la sorte en voie de rénovation continue.

Les autres conditions sont extrinsèques, c'est-à-dire extérieures à la substance même qui agit, qui possède les propriétés : conditions de température, d'humidité par des humeurs de différentes natures, etc. Ces conditions, bien qu'intérieures par rapport à l'organisme tout entier, n'en sont pas moins extérieures par rapport à l'agent essentiel (fibre, tube ou cellule). Elles sont aux éléments anatomiques, acteurs individuels intimes des phénomènes organiques, ce que les milieux atmosphériques (eau, air, etc.) sont aux végétaux et aux animaux envisagés collectivement. Ce sont les *milieux intérieurs* de ceux-ci (2).

(1) Voy. Chevreul, *Considérations sur la philosophie naturelle et applications à la médecine d'une méthode employée à rechercher la cause des différences que présentent les eaux naturelles* (Journ. d'anat. et de physiol. Paris, 1864, in-8, p. 1 et suiv.).

(2) L'importance de la notion de *milieu intérieur* se juge par le nombre des écrits scientifiques et médicaux dans lesquels elle est reproduite depuis vingt années à propos du rôle général rempli par le chyle, la lymphe et le sang, en tant qu'intermédiaires entre le milieu ambiant et les éléments anatomiques, agents essentiels des actes d'ordre organique. J'ai cherché en vain des auteurs qui l'aient prise en considération avant l'époque où, avec Verdeil, nous nous sommes exprimés ainsi à ce sujet : « il est impossible de concevoir un être organisé vivant sans un milieu dans lequel il puise et rejette; l'un est l'agent, l'autre fournit les conditions d'activité. L'agent, à son tour se subdivise en plusieurs ordres de parties aussi indispensables les unes que les autres : d'une part les *solides* qui agissent, et, de l'autre les humeurs qui maintiennent ceux-ci en état d'agir, qui sont les conditions d'action, qui jouent, par rapport aux

La vie n'existe que lorsque se trouvent réunis à un degré suffisant d'intégrité, ces deux ordres de conditions nécessaires, les unes relatives à la constitution intime de l'élément anatomique, à son état d'organisation, les autres à la composition du milieu où séjourne cet agent direct des actes.

Toute matière organisée, quelle qu'elle soit, est passible des conditions sus-mentionnées; rien de vivant ne peut exister sans elles. Mais là s'arrêtent les points communs. Il y a, en effet, une différence tranchée entre les propriétés végétatives et les propriétés animales. Ces propriétés diffèrent, non-seulement avec la structure des éléments qui en sont le siége, mais encore et surtout en raison des conditions qui provoquent leur manifestation. Il faut se garder de les confondre ensemble, à cet égard, sous prétexte d'une généralisation absolue, généralisation qui est possible certainement et se fait tous les jours, mais est erronée. On ne comprend vraiment pas qu'on puisse, en physiologie, ne pas songer d'abord à la distinction, sous ce rapport, des propriétés dites de la *vie végétative* (qui sont les seules dont jouissent les plantes) et de celles que seuls les animaux présentent, et, par suite, dites à juste titre *propriétés de la vie animale*.

Par la nutrition, il y a rénovation incessante de la matière organisée, et, par suite, maintien de l'état d'organisation dans des corps peu stables. Par le développement, cette matière augmente ou diminue de masse avec ou sans changement de structure de ses éléments; enfin, par la genèse ou par la reproduction, il apparaît des éléments nouveaux entre ceux qui existent déjà.

La contractilité et la névrilité, à leur tour, ne se manifestent qu'autant que la rénovation moléculaire continue, maintient l'état d'organisation des éléments qu'elles escortent, et que ceux-ci ont atteint un degré d'évolution déterminé. On ne

solides, le rôle que le milieu extérieur joue par rapport à l'organisme total, et enfin par lesquelles s'établit la liaison entre l'intérieur et l'extérieur, entre le milieu général et l'être organisé. Que le milieu général disparaisse ou s'altère, l'agent cesse d'agir; que s'altèrent les humeurs (*ce milieu de l'intérieur*), et tout cesse dans les solides aussi bien que si l'agent disparaissait, aussi bien que si ces derniers étaient détruits. » (Ch. Robin et Verdeil, *Chimie anatomique ou traité des principes immédiats*. Paris, 1853, in-8, t. I, p. 13 et 14.)

doit donc pas s'étonner de constater que les principes immédiats normaux ou accidentels qui modifient, par leur élimination et leur assimilation incessantes, la constitution moléculaire des éléments nerveux et musculaires, modifient également la contractilité et la névrilité, tandis que ces propriétés elles-mêmes n'ont aucune influence *directe* sur la nutrition, le développement et la génération des éléments dont elles sont l'attribut physiologique, non plus que sur la nutrition, le développement et la génération des éléments doués exclusivement des propriétés végétatives (1).

Mais d'autres conditions d'ordres physique et chimique sont, en outre, nécessaires à leur manifestation dans les espèces d'éléments anatomiques douées de propriétés animales. Il faut soit l'impression ou le contact préalable des agents extérieurs physiques ou chimiques sur les éléments contractiles et innervables, soit l'action réciproque de l'innervation sur la fibre contractile et de la contraction sur le tube nerveux sensitif. Ici donc comme pour toutes les autres espèces de corps simples ou composés, la manifestation de divers modes d'activité qui les escortent en tout et partout est une question de relations réciproques depuis leurs propriétés optiques, acoustiques, etc., jusqu'à celles qui les font dire en chimie, mono-, di- ou tri-atomi-

(1) On sait qu'il n'y a pas de nerfs spécialement destinés à la nutrition (p. 545), mais que celle-ci est modifiée de diverses manières quand des lésions des vaso-moteurs causent des troubles circulatoires, et par suite dans l'apport et le départ des principes immédiats (p. 477). Les filets sensitifs, moteurs et mixtes renfermant des fibres vaso-motrices, c'est leur lésion qui amène, comme il vient d'être dit, les troubles trophiques dans les cas de section, etc., de ces nerfs (voy. Ch. Legros, *Des nerfs vaso-moteurs*. Paris, 1872, in-8, p. 47). Outre l'état de la circulation, d'après ce que l'on sait aujourd'hui sur la nature de la contraction (p. 520), sur les corrélations du mouvement, de la chaleur et des actions chimiques, il n'est pas douteux que l'activité et le repos des fibres musculaires doivent avoir aussi une influence sur les actes d'assimilation et de désassimilation qui s'y passent. Il faut se garder de l'attribuer aux nerfs dans l'étude des diverses circonstances qui amènent l'atrophie ou l'hypertrophie des muscles. La terminaison d'un seul tube sur un seul point de la longueur de chaque faisceau musculaire strié et au-dessous du myolemme, montre du reste directement que ces faisceaux, relativement énormes, manquent de *nerfs trophiques*. Bien que ce soient eux qui présentent les exemples les plus prononcés d'atrophie rapide dans les cas de section de leurs nerfs, on ne saurait donc faire intervenir ici cette prétendue sorte de névrilité, à moins qu'on ne veuille supposer de plus, qu'en outre de l'influence motrice intermittente, rhythmique ou non, l'unique tube de chaque faisceau strié a une action trophique continue se propageant de sa plaque terminale jusqu'aux deux bouts de ce faisceau.

ques, neutres acides ou alcalins. Quant à l'idée de la *spontanéité* d'action de ces corps, elle est une pure abstraction introduite dans le raisonnement par l'esprit humain qui l'a créée au même titre que celle de l'*inertie* de la matière, sans que l'une ait une existence plus réelle que l'autre. En d'autres termes le maintien de l'état d'organisation dans les éléments anatomiques, les cellules, et le maintien de ceux-ci dans un *milieu* convenable, c'est-à-dire en rapport avec leur constitution est ce qui les rend susceptibles de manifester la nutrilité, l'évolutilité, la reproductilité, la contractilité et la névrilité. Le mot vie est le terme générique (toujours pris dans un sens dynamique et non comme synonyme d'*organisation*) qui désigne l'ensemble de ces espèces d'activités propres à la matière organisée, mais n'a qu'une signification hyperphysique en dehors de cette désignation. La vie existe encore quand elle est réduite à la manifestation de la nutrilité seule, ce dont bien des cellules offrent des exemples; au contraire si elle ne se manifeste plus, ce qui a lieu dès que les conditions d'organisation et de milieu, rappelées plus haut, disparaissent, toute cellule cesse de pouvoir grandir, se reproduire et surtout se contracter et s'innerver s'il s'agit des cellules musculaires, nerveuses ou autres (1).

(1) Le rappel des faits précédents (voy. aussi p. 153 et suiv. et p. 515) suffit pour montrer qu'en physiologie le point de départ de Virchow et le mien ne sont pas les mêmes et que par suite l'accord entre lui et moi ne saurait s'établir, sur les questions traitées dans ce chapitre, tant qu'il en sera ainsi. Comme d'autre part il n'est ni le seul ni le premier à les avoir traitées sous le point de vue où il se place, j'ai toujours considéré comme inutile de d'aborder ce sujet sous forme de discussions personnelles, d'autant plus que, quoi qu'on fasse, celles-ci laissent toujours au second plan le côté vraiment scientifique des choses. Il suffira de reproduire les lignes suivantes pour montrer ce qui rend nos vues divergentes dès le point de départ : «... Ce n'est pas la nutrition qui est permanente c'est la *possibilité* de la nutrition AUTANT QUE PERSISTE LA VIE. Par l'action des irritants la nutrition de *possible* devient *réelle;* en d'autres termes les irritants provoquent la manifestation de la *propriété*... J'ai désigné par le mot usuel *irritabilité* la propriété des corps vivants qui les rend susceptibles de passer à l'état d'activité sous l'influence des irritants, *c'est-à-dire sous l'influence des agents extérieurs.* » (Virchow, *Sur l'irritation*, Gaz. hebd. de méd., 1868, in-4, t. V, p. 536.) La différence est facile à saisir; pour de Blainville, A. Comte et ceux qui comme moi les suivent en cela, la vie c'est la nutrition avec ou sans les autres actions plus complexes (évolution, etc.) individuelles et sociales; pour Virchow il faut qu'il y ait vie pour qu'il y ait nutrition et le reste, c'est-à-dire qu'il y ait quelque chose encore dans les cellules au-dessus des actes d'ordre organique; à moins toutefois que *persistance*

On comprend donc difficilement que certains auteurs puissent encore réunir sous le nom commun d'*irritants* ou *d'excitants* de la matière vivante : 1° les *milieux* en général, tant *extérieurs* comme l'eau, l'air, etc., à telle ou telle température, qu'*intérieurs* (sang, lymphe) sans la présence desquels il n'y a ni maintien de l'état d'organisation, ni nutrition, etc.; 2° les principes immédiats en particulier normaux ou accidentels, qui sont en jeu dans la nutrition et par suite dans le développement et la génération des éléments anatomiques ; 3° les conditions physiques et chimiques qui amènent les manifestations de la névrilité sensitive et de la contractilité ; 4° enfin, la névrilité motrice qui, transmise du tube nerveux à la fibre musculaire, suscite la contraction (1).

de la vie ne soit synonyme sous sa plume de *persistance de l'organisation* (voy. p. 22), de même que parfois on voit écrire *corps vivant* pour *corps organisé*. C'est ce que paraît indiquer d'abord et contredire à la ligne suivante cette phrase : « Pour moi (j'en fais la déclaration pour prévenir tout malentendu), l'activité des corps vivants, l'*état d'organisation* suppose *d'une manière nécessaire l'irritabilité*, et celle-ci à son tour exige nécessairement que l'on admette les irritants. » (Virchow, *loc. cit.*, 1868, p. 547.) Comparer page 617.

(1) Voy. Ch. Robin, *Leçons sur les humeurs*. Paris, 1867, in-8, introduct. § VIII. J'ai montré ailleurs (*Chimie anatomique ou traité des principes immédiats*. Paris, 1853, in-8, t. III, livre III : *Des principes immédiats accidentels*) que la thérapeutique n'était qu'empirisme grossier, sinon illusoire, sans les notions précédentes; tout médicament étant un principe immédiat accidentel qui va s'unir temporairement à ceux du sang, puis à ceux de telle ou telle espèce d'éléments anatomiques, de façon à en modifier la constitution moléculaire et, conséquemment, les propriétés immanentes à cette constitution. Ces principes immédiats accidentels prennent le caractère et le nom de *poison* lorsqu'ils troublent ou empêchent la rénovation moléculaire et les actes de la substance organisée en se fixant d'une manière trop stable dans les principes immédiats naturels. Si, comme la strychnine, la morphine, la digitaline, l'atropine, le phosphore, etc., ils se fixent aux cellules nerveuses, aux fibres musculaires, etc., sans faire cesser la nutrition ils peuvent susciter directement leurs actions propres, en dehors de toute influence venue du dehors de ces cellules et fibres. Chaque substance a sa manière propre de devenir principe immédiat accidentel, c'est-à-dire de se fixer aux principes naturels, soit d'une façon stable ou temporaire, favorable ou nuisible à la constitution et à la rénovation moléculaires de la substance organisée : chacune, en un mot, devient à sa manière médicament ou poison. Il faut étudier expérimentalement les uns et les autres si l'on veut avoir une idée de leur action sur l'organisme. Or, on le comprend facilement, cette étude est tout à fait illusoire si l'on ne connaît d'abord les principes naturels auxquels doivent se joindre ces principes accidentels. C'est à l'ignorance de ces notions fondamentales qu'il faut attribuer la division des poisons en *âcres*, *irritants*, *narcotico-âcres*, etc. ; division artificielle et inexacte qui doit être abandonnée aujourd'hui. Mais il était utile de rappeler cette classification, parce qu'elle indique à sa manière l'état de la physiologie à l'époque qui l'a vue naître. On admettait alors des poisons *âcres*, parce que l'*âcreté* est

Puisque la nutrition, la génération et le développement ne peuvent avoir lieu sans l'intervention des principes immédiats, on ne saurait étudier ces propriétés sans tenir compte de ceux-ci, et l'on ne peut les dire *excitants* de ces propriétés, puisque sans eux il n'y a ni substance organisée, ni qualités qui lui soient propres ; puisque, en un mot, ils constituent cette substance elle-même et que sans leur intervention incessante elle demeure inerte biologiquement parlant, c'est-à-dire en dehors des modes d'activité qu'elle partage avec la matière brute. Il y a là une erreur qui a pour cause l'absence complète de méthode dans l'étude des principes immédiats et des lois de leur association moléculaire dans la substance même, configurée ou non en cellules ; elle a pour cause non moins importante le peu d'attention que mettent beaucoup de biologistes à distinguer les divers degrés de complication croissante, qu'à partir de ce premier terme présente l'*état d'organisation* (p. 23).

Cette erreur est due aussi à ce que beaucoup semblent ignorer, que tous les corps connus sont doués d'activité constante, c'est-à-dire escorté de ses propriétés ou attributs tant statiques que dynamiques ; ils affirment dès lors que la matière est *inerte*, dépourvue de toute spontanéité et ne peut entrer en activité pour manifester ses propriétés particulières que sous l'influence d'un *stimulant*, *excitant* ou *irritant*. Ils ne tiennent pas compte de ce que l'idée d'*inertie* n'est qu'une idée d'abstraction, un retranchement à la notion de propriétés, de

une des qualités ontologiques, que l'on supposait exister naturellement dans quelques humeurs, et que l'on croyait susceptibles de se développer accidentellement dans le sang sous l'influence de certains agents. On localisait ainsi arbitrairement dans ces humeurs des principes dont on avait cru reconnaître la présence, à l'aide du goût et du toucher, dans divers corps solides ou liquides tout à fait différents des liquides de l'organisme, dont les propriétés et la composition intimes étaient encore ignorées. Beaucoup de médecins de nos jours en sont encore à ce degré d'éducation scientifique ; ils admettent l'*âcreté* comme une qualité de certains *virus*, font de cette entité un caractère spécifique de ces liquides et expliquent leurs différences d'action par l'absence, la présence, le plus ou le moins d'âcreté, alors qu'il s'agit de phénomènes qui n'ont pas l'ombre d'analogie avec les propriétés des corps qui causent en nous une sensation de ce genre. On admettait de même des poisons *irritants*, parce qu'on supposait en nous l'existence d'une propriété appelée *irritation*, dont il était possible de susciter la manifestation à l'aide de ces poisons, comme on suscite celle de la sensibilité, de la contractilité, etc., dans les conditions physiologiques à l'aide de certains des corps qui nous entourent.

mouvement, de relations, abstraction volontairement introduite par l'homme, comme procédé logique, dans le but de faciliter l'étude de la masse du mouvement et autres attributs, les uns statiques, les autres dynamiques des corps (1).

Dire que la matière organisée est *irritable*, c'est-à-dire que sous l'influence de certains agents dits *excitants*, *irritants* ou *stimulants*, elle peut entrer en action pour manifester ses propriétés spéciales, se peut dire également des corps bruts, neutres, acides ou alcalins, qui aussi bien que toute cellule ou fibre quelconque ne manifestent leurs propriétés particulières que s'ils sont mis en relation médiate ou immédiate avec quelque autre corps.

Broussais admettait que l'irritabilité était la propriété commune, essentielle de la substance organisée, dont la sensibilité, la contractilité, etc., n'étaient que les conséquences. « Haller, dit-il (2), n'attribuait cette propriété (l'irritabilité) qu'aux muscles; mais on convient aujourd'hui qu'elle est commune à tous les tissus..... *La sensibilité est donc la conséquence de l'irritablité, tandis que l'irritabilité n'est pas la conséquence de la sensibilité.* En d'autres termes, il faut être irritable pour être sensible : l'embryon n'est pas encore sensible, il n'est qu'irritable. *On voit que l'irritabilité est commune à tous les êtres vivants*, depuis le végétal jusqu'à l'homme, et qu'elle est continue; tandis que la sensibilité est une faculté propre à

(1) Quant à l'idée de *spontanéité*, c'est-à-dire de possibilité pour la matière d'entrer d'elle-même en action alors qu'elle se trouve en repos depuis plus ou moins longtemps, c'est encore une abstraction sans réalité objective, quoique d'un autre ordre. L'histoire du mot, de l'idée et de la science montrent que cette vue est d'origine psychologique et métaphysique; qu'elle dérive de la croyance à la possibilité pour l'âme (et par suite pour les corps) d'agir d'elle-même, indépendamment de toutes relations ou motifs. Mais il est bien connu qu'en fait la matière n'est pas plus inerte que douée de spontanéité, qu'elle est avec les attributs tant statiques que de mouvement ou dynamiques, qui font que, mise en relation avec nous-même et avec telles ou telles autres matières comparativement, elle nous offre telles ou telles manifestations qui nous permettent de formuler un jugement sur elle; que c'est en raison de leurs relations constantes entre eux que les divers corps, quels qu'ils soient, ne cessent jamais d'être actifs, du plus au moins, et qu'aussitôt qu'est disparue l'activité d'ordre vital avec ce qu'il y a de fondamental dans l'état d'organisation, l'activité d'ordre chimique continue en prenant d'autres caractères dans la matière qui a vécu.

(2) Broussais, *De l'irritation et de la folie*. Paris, 1839, 2e édit., in-8, t. I, p. 3 et suiv.

certains animaux, qu'elle n'est pas continue et qu'elle ne se manifeste que sous des conditions déterminées. Ces conditions sont l'existence d'un appareil nerveux muni d'un centre..... Les modificateurs qui mettent en jeu l'irritabilité sont appelés excitants ou stimulants (1) et leur effet excitation ou stimulation..... Enfin lorsque l'excitation ou la stimulation sortent des limites de l'état normal, elles rentrent dans ce que nous avons appelé irritation..... Le mot irritation est applicable *à tous les corps vivants*, puisque tous sont doués de l'irritabilité ; mais on ne s'en sert dans le langage médical que pour désigner l'exaltation anormale de cette propriété ou celle de la sensibilité chez les animaux les plus élevés dans l'échelle zoologique. »

Déjà longtemps avant, Broussais avait écrit : « Ainsi, et pour rapprocher ce qui a été dit jusqu'à ce moment, la contractilité et la chimie vivante sont les phénomènes fondamentaux de l'économie animale ; et, lorsqu'ils deviennent plus considérables dans un point qu'ils ne le sont dans les autres, cette augmentation locale dans leur intensité prend le nom d'*érection vitale*. Ces érections vitales prennent le nom d'*irritation*, de *surirritation* ou de *surexcitation*, lorsqu'elles s'élèvent à un certain degré. Dans toute érection vitale il y a augmentation des *phénomènes de la chimie vivante ;* savoir : de température, de sécrétion, quand la partie en est susceptible, et de nutrition (2). »

Si l'on excepte l'emploi des mots *éléments* et *cellules*, celui des adjectifs *nutritif*, *formateur* et *fonctionnel*, associés par Virchow au terme irritabilité, il est impossible de trouver une différence, en principe, entre les vues de celui-ci et de ses imitateurs et celles de Broussais. Virchow note, il est vrai, qu'il a dit, en 1858, que « les activités de la cellule ne dépendent que de la matière qui la constitue et des influences agissantes qui lui viennent du dehors ».

Il est donc bien manifeste ici que les irritants sont les

(1) Cette définition est manifestement l'équivalent de celle des auteurs modernes qui nomment irritants les *agents extérieurs* (voyez aussi page 515).

(2) Broussais, *Traité de physiologie appliquée à la pathologie*. Paris, 1834, 2e édit., t. I, p. 34 et 35. Sur l'*irritabilité* voyez aussi Lamarck, *Philosophie zoologique*, 1830, in-8, t. I, p. 82.

influences du dehors qui viennent à la cellule. Or, non-seulement jamais il ne sera logique de donner le nom d'*irritants* aux conditions d'existence et d'activité d'un organisme et de ses parties constituantes; mais encore, ce que dit là Virchow n'est que la reproduction de données qui, depuis longtemps, sont familières aux savants français. « L'idée de vie, dit A. Comte, suppose constamment la corrélation nécessaire de deux éléments indispensables, un organisme et un milieu, ou ensemble total des circonstances extérieures d'un genre quelconque compatibles avec l'existence de ce dernier. C'est de l'action réciproque de ces deux éléments que résultent inévitablement tous les divers phénomènes vitaux, non-seulement animaux, mais aussi organiques ou végétatifs (1). » Et, pour A. Comte, un organisme est un système de parties élémentaires indivisibles, plus ou moins hétérogènes les unes aux autres, artificiellement séparables et décomposables, formant un tout unique temporairement indissoluble, et concourant à un but commun.

Faisant allusion à diverses productions morbides en général, et spécialement à celles qui, dérivant des plexus choroïdes, offrent des concrétions calcaires, Virchow exprime la pensée que « la structure de toutes ces formations révèle déjà une *origine irritative*, et les présente comme des produits d'une *irritation chronique;* mais cela résulte encore bien plus clairement de leur apparition dans des *irritations chroniques* du plexus choroïde et de l'épendyme, telles qu'elles ne sont pas rares chez les aliénés et dans les maladies convulsives (2). »

Que ces expressions soient employées pour désigner la génération en proportion exagérée pour telle région donnée de l'économie de telle ou telle sorte d'éléments anatomiques, avec ou sans productions calcaires, ou à tout autre fait morbide analogue, le mot *irritation*, appliqué à autre chose qu'à l'indication de quelque trouble ou excès des activités nerveuse ou musculaire (p. 515), ne sera toujours que l'introduction purement subjective et ontologique dans l'interprétation des

(1) Aug. Comte, *Cours de philosophie positive*. Paris, 1838, in-8, t. III, p. 301, 532 à 535 et 3e édit., 1869, 40e et 41e leçons.
(2) Virchow, *Pathologie des tumeurs*, trad. franç., 1869, t. II, p. 110.

phénomènes de la vie végétative d'une pure entité; car l'irritation nerveuse ou musculaire, d'où dérivent toutes les autres conceptions de ce genre, ne sont, quoi qu'on fasse, aucunement différentes de la névrilité d'une part et de la contractilité de l'autre.

Quoi qu'on fasse également, il ne saurait y avoir d'*irritation* sans *irritant*, et l'on ne saurait comprendre ce qu'est cette *irritation chronique* tant que manque la désignation corrélative du siége et de la nature de l'*irritant*, agissant *chroniquement;* sans cela, rien de plus insaisissable et de plus indéterminé que ce que peut être en réalité cette *origine irritative;* c'est là ce qu'on nomme se payer de mots d'une manière purement fictive; car la structure des produits morbides nous révèle la nature et l'arrangement des éléments anatomiques qui les composent, les analogies et les différences qu'offre leur tissu à telle ou telle période évolutive, par rapport aux autres tissus de l'économie, les connexions organiques qu'ils ont avec tels ou tels de ces derniers dans chaque organe; mais cette structure ne nous révèle rien de plus; rien de plus surtout quant à ce que nous appelons l'origine des tumeurs, des indurations, des ramollissements, des ulcères, etc. (1).

On voit que l'école médicale allemande actuelle suit manifestement, au point de vue des dogmes scientifiques servant de base à ses interprétations physiologiques et pathologiques, les errements de Broussais. Elle admet en fait comme lui que l'irritabilité est commune à tous les tissus; mais elle en admet trois espèces : l'irritabilité fonctionnelle, l'irritabilité nutritive et l'irritabilité formatrice.

Autant qu'on peut le comprendre, en présence ici de l'épithète *fonctionnel*, l'espèce d'irritabilité ainsi nommée répond à l'irritabilité nerveuse et à l'irritabilité musculaire des autres auteurs (2). Admettre qu'il y a une *irritabilité nutritive* et une

(1) Voy. Ch. Robin, *Sur l'épithélioma des séreuses*, § 7 (Journ. d'anat. et de physiol. Paris, 1869).

(2) C'est du moins ce qui semble ressortir des écrits de Virchow lorsqu'il dit : « Il (Robin) prend le développement à peu près dans le sens d'accroissement; d'autre part dans la fonction il sépare la contraction de l'innervation. *D'après moi tout cela est inutile;* car les actes d'accroissement se confondent partie avec les actes de formation, partie avec ceux qui résultent d'une augmentation de

irritabilité formatrice, c'est admettre que *l'irritabilité est commune à tous les êtres vivants, depuis le végétal jusqu'à l'homme* (voy. p. 618).

Admettre que tout ce qui est vivant est irritable, et que tout ce qui est mort ne l'est pas, revient à reconnaître que tout ce qui est vivant est ce qui se nourrit, se développe, se reproduit; que ce qui est mort est ce qui ne manifeste plus les propriétés végétatives de nutrilité, d'évolutilité et de natalité.

Mettre l'irritabilité comme chose commune, au-dessus des propriétés végétatives et animales, et dont celles-ci ont besoin pour se manifester (1), revient donc simplement à donner à la substance organisée *la propriété d'avoir des propriétés* de nutrilité, d'évolutilité, de natalité, et sur quelques espèces de contractilité et de névrilité.

On a voulu à tout prix, par amour pour l'unité, faire sourdre de l'innervation cérébrale individuelle l'entité irritabilité pour l'en détacher ensuite et en imprégner chaque espèce d'élément anatomique. Mais cette irritabilité commune par laquelle on

la nutrition. Quant à la contraction et à l'innervation, ce sont seulement *deux formes différentes dans la série des fonctions;* et il faudrait au même titre y faire aussi rentrer comme troisième forme distincte la sécrétion. » (*Loc. cit.*, 1868, p. 535.) Sur ce point voyez pages 203, 503, 504 et la note page 631.

(1) Que l'on prenne le mot irritabilité dans un sens spiritualiste ou dans un sens matérialiste, c'est en effet mettre l'irritabilité comme chose dominant les manifestations des divers modes d'activité de la substance organisée, et c'est justifier les pages qui suivent que de dire avec Virchow : « L'irritabilité d'un corps n'est pas autre chose que la faculté qu'a ce corps d'acquérir, sous l'influence de certains agents (irritants), un état (irritation) par lequel l'activité propre de ce corps entre en jeu. Les mots *agent, état, activité,* doivent être pris dans le sens qui leur est assigné par la mécanique. Évidemment la nature des processus que nous désignons par le mot *d'irritation* est chimique et physique, et il est assez curieux de voir que nos chimistes allemands n'ont pas trouvé pour désigner l'ozone un mot meilleur que celui d'oxygène *excité*. Les actions chimiques qui se produisent entre les corps *à l'état naissant*, présentent assurément beaucoup d'analogie avec les phénomènes de l'irritation. Mais quant à la question de savoir s'ils sont absolument identiques avec eux, nous ne pouvons la trancher, faute d'avoir pu, jusqu'à présent, embrasser les unes et les autres... L'irritabilité est le corrélatif nécessaire de l'activité; l'une et l'autre se complètent. Le mot activité n'entraîne avec lui aucune interprétation par lui-même; souvent il ne préjuge rien dans le sens spiritualiste; chaque mode d'activité est en fin de compte parfaitement distinct des autres. Il en est de même de l'irritabilité qui est l'expression d'un simple fait, et qu'il faut prendre dans le sens mécanique, c'est-à-dire que, suivant les cas, on peut la rapporter à la nutrition, à la formation et à la fonction, les trois manifestations fondamentales de l'activité vitale. » (Virchow, *loc. cit.*, 1868, p. 562.)

croyait expliquer la nutrition, le développement, etc., comme autant d'effets de cette force, alors qu'on ne pouvait en étudier les lois, ne sert à rien aujourd'hui que ces phénomènes peuvent être observés et soumis à l'expérimentation. Elle ne dispense pas de rechercher la nature et l'association moléculaire des principes immédiats; elle ne remplace ni les réactifs, ni le microscope, pour classer les éléments anatomiques, déterminer les phases de leur évolution, leurs modes de nutrition, de genèse et de reproduction; elle ne rend compte de rien en ce qui regarde les propriétés de contractilité et de névrilité spéciales à quelques-uns de ces éléments.

Par contre, une pareille entité, livrée à l'arbitraire des imaginations et des interprétations individuelles, devient une source de confusion des plus nuisibles, comme le montrent les écrits de ceux qui s'en servent. Le peu de consistance de l'hypothèse irritabilité est cependant facile à reconnaître; Broussais lui-même aurait dû lui appliquer mot pour mot ce qu'il disait de la sensibilité à ceux qui l'admettaient dans la fibre musculaire, concurremment avec la contractilité. « Lorsque la fibre, pour avoir été touchée par un agent quelconque, se met en état de contraction, on juge qu'elle a senti la présence de cet agent : de là l'expression de *sensibilité*. On a donc attribué à la fibre vivante la *sensibilité* et la *contractilité*. Mais, si le véritable sens de ces deux mots se réduit à ce qui suit : *La fibre s'est contractée parce qu'une cause l'y a déterminée*, il est clair que la première de ces deux propriétés rentre nécessairement dans la dernière. En effet, *si la sensibilité de la fibre n'est démontrée que par sa contraction, dire qu'elle est sensible, c'est dire qu'elle s'est contractée*. Je ne vois aucune réponse à cet argument. Il y a déjà longtemps que cette vérité a été sentie (1). »

(1) Broussais, *Traité de physiologie appliquée à la pathologie*. Paris, 1834, 2[e] édit., t. I, p. 18. Broussais ajoute : « Cette propriété contractile est inhérente à la fibrine (p. 19) : les muscles séparés du corps ne perdent pas non plus leur contractilité. On la développe par une foule d'agents mécaniques, chimiques, et plus énergiquement encore par l'influence du galvanisme. C'est à tort qu'on voudrait distinguer cette propriété de celle qui est développée dans ces tissus par l'influence de la vie : elle tient effectivement à cette forme de la matière animale, dite fibrine, et ne peut être détruite que par la décomposition spontanée ou artificielle de cette matière... On doit dire ici que la différence des nerfs qui

Il n'est pas moins juste de dire : si l'*irritabilité* de la fibre, de la cellule, etc., n'est démontrée que par sa *nutrition*, son *développement*, sa *reproduction*, sa *contraction*, son *innervation*, dire qu'elle est irritable c'est dire qu'elle s'est nourrie, développée, reproduite, contractée, etc. Dire qu'elle est *plus ou moins irritable*, revient exactement à dire qu'elle assimile plus ou moins vite, qu'elle est *plus ou moins contractile*, etc., en raison des modifications intimes de sa substance ou des conditions ambiantes, modifications qui sont précisément ce qu'il s'agit d'étudier en physiologie et en pathologie et que l'hypothèse irritabilité n'explique pas le moins du monde.

Ainsi dans la fibre musculaire, ou les éléments nerveux, qui, placés dans certaines conditions de constitution et de rénovation moléculaire, de température, d'humidité, etc., se contractent ou transmettent certaines impressions, ou perçoivent ce qui est transmis, il n'y a pas plus d'*excitabilité*, au-dessus et en dehors de la contractilité et de la névrilité qu'il n'y en a dans le fer qui s'oxyde au contact de l'air et de l'eau. Excitabilité et irritabilité sont tout un, en ce sens que ces mots désignent divers degrés des propriétés de la vie animale.

Dans l'action de l'électricité, des acides, etc., sur les éléments anatomiques qui manifestent telle ou telle de leurs propriétés à leur contact, ces conditions d'activité ne méritent pas le nom d'*excitants* à un autre titre que ne le méritent les acides, l'eau, etc., déterminant la manifestation de l'oxydabilité du fer (1).

agissent sur la fibrine des muscles ne change rien à la nature de leur contractilité. Les mots *contractilité animale*, *contractilité organique sensible*, n'expriment donc pas des propriétés différentes ; ils ne peuvent dans l'état actuel de la science, que représenter deux circonstances où se manifeste une propriété, toujours la même. » (*Ibid.*, p. 20 et 21.) Broussais définit la contraction, *une condensation, un raccourcissement de la fibre musculaire.* Il repousse à juste titre, comme inexactes, les *expériences et les gravures* d'après lesquelles on a voulu établir que la fibre musculaire en se contractant n'éprouve pas de raccourcissement, mais seulement une espèce de plicature en zigzag. (*De l'irritation et de la folie.* Paris, 1839, 2e édit., t. I, p. 64 et 65.) Il est encore des physiologistes de nos jours qui auraient besoin de se mettre à cet égard au niveau de Broussais.

(1) Quant aux principes immédiats normaux, accidentels ou toxiques même, ce sont les conditions d'accomplissement, d'augmentation, de diminution ou encore de cessation complète de la nutrition ou rénovation moléculaire de la substance organisée ; ils représentent par suite ces mêmes conditions par rapport

Tous les corps quels qu'il soient, ne marchent qu'escortés de toutes leurs propriétés au-dessus desquelles ne plane aucune qualité plus générale et commune à tous. Si les corps organisés semblent faire exception à cet égard, cette exception n'est qu'apparente; elle tient à ce que les propriétés spéciales et caractéristiques de ces corps ne persistent naturellement, et comme on devait s'y attendre, que tant que persiste le mode d'association des molécules dit état d'*organisation;* état peu stable et qui, parce qu'il est moléculaire dans ce qu'il a de caractéristique, peut cesser d'être avant que les attributs physiques, mécaniques et géométriques des cellules aient varié. C'est donc en fait parce que l'organisation manque dans ce qu'elle a d'essentiel, et non encore par la forme, la consistance ou la couleur, que la nutrition, la contractilité et la névrilité disparaissent, ce qui caractérise l'état de *mort*. Mais si la substance organisée offre quelque chose de plus que la matière brute, elle ne fait aucune exception dans ce qu'elle nous présente aux points de vue statique et dynamique à ce que nous connaissons de plus général dans ce que nous pouvons atteindre de l'immensité des espaces et de l'intimité des corps. De là l'importance que l'on doit donner à l'étude de ce qu'a de fondamental l'état d'organisation, cette notion seule pouvant permettre de comprendre ce qu'offrent d'essentiel les propriétés d'ordre organique, c'est-à-dire ce que sont la vie et la mort, dans ce qu'elles ont de plus général, comme dans leur manifestations les plus rudimentaires (voy. sur ce point p. 25).

En résumé, les expressions irritabilité et irritation nutritive plastique, formatrice des cellules, des fibres, etc., irritabilité ou irritation nerveuse et fonctionnelle, ne représentent qu'une

au développement et à la reproduction des éléments anatomiques. On ne saurait donc leur donner le nom d'*excitants*, nom qui semble indiquer qu'ils s'adressent à une propriété spéciale de la matière organisée autre que celles de nutrition, de reproduction, etc. Il est surtout erroné, et par suite dangereux, de ranger ces principes immédiats sous le même nom générique que les conditions physiques et même chimiques qui suscitent la manifestation de la contractilité, de la névrilité sensible et motrice dans les éléments à cils vibratiles dans les fibres musculaires et les tubes nerveux. Car ces éléments reçoivent et rejettent les principes immédiats comme ceux qui ne sont pas contractiles et innervables, sans que cela suffise pour qu'ils sentent, ou se contractent. Pour qu'il y ait contraction, innervation motrice ou sensitive, il faut, en effet, que d'autres circonstances s'ajoutent à celles-ci.

conception ontologique, une entité, par laquelle on ajoute à la substance organisée une propriété dominante qui lui manque; à moins qu'on ne désigne par ces mots les propriétés mêmes de nutrilité, d'évolutilité, de natalité, de contractilité et de névrilité ou la possibilité de leurs variations (1). Ces propriétés élémentaires sont bien les seules qui, dynamiquement, caractérisent la substance organisée. Il n'y en a point de plus générale; et c'est en vain qu'on voudrait prétendre que la nutrition, le développement, la reproduction, la contraction et l'innervation ne sont que les modes divers de l'irritabilité. *L'irritabilité nutritive*, *l'irritabilité formatrice*, et *l'irritabilité fonctionnelle*, sont des illusions au même titre que le terme générique *irritabilité*. En dehors des propriétés élémentaires il n'y a rien, absolument rien.

Loin d'être une propriété commune, irréductible, qui domine et embrasse toutes les autres, l'irritabilité n'est qu'une création subjective, et cette expression n'est bonne que dans l'acception que lui donne le langage général qui en use pour désigner les divers degrés de l'innervation cérébrale et sensitive et de la contraction (p. 515).

C'est si peu une propriété irréductible que l'on constate chaque jour sur les éléments anatomiques des plantes et des animaux, l'existence de la *nutrition* sans le *développement*, du

(1) A propos de cette remarque, Virchow s'exprime ainsi : « Je souligne cette dernière phrase (de W. Hoffmann qu'il cite) pour faire remarquer à M. Robin que la molécule et l'atome appartiennent autant que l'irritabilité qu'il attaque à ce domaine des *conceptions ontologiques des entités et des créations de l'esprit*. Aucun histologiste n'a jamais vu la molécule ou l'atome, n'a pu les apprécier à l'aide des sens. » (*Loc. cit.*, 1868, p. 547.) L'idée d'atome est en effet une conception abstraite sans réalité objective obtenue par un retranchement hypothétique au volume des corps simples; l'idée de molécule est une conception de même ordre en ce qui concerne les composés chimiques. Mais il y a bien plus d'un siècle que les savants distinguent les hypothèses de ce genre, telles que celles-ci, et celle du point, celle de l'inertie, etc., qui sont des artifices logiques indispensables aux spéculations chimiques, physiques, mécaniques, etc., de celles qui n'ont aucune utilité; ils les distinguent aussi de celles qui ont eu quelque utilité pendant les premiers temps d'une étude scientifique, puis deviennent inutiles une fois connu le mode réel de tels ou tels phénomènes. Or, ce que je montre précisément c'est que depuis longtemps, depuis l'époque de Broussais même, la conception subjective de l'*excitabilité* de Brown, etc., ou de l'irritabilité est devenue une hypothèse inutile en raison du progrès de nos connaissances sur les propriétés végétatives et animales des corps organisés qui font qu'on peut lui appliquer exactement le raisonnement rappelé page 622.

développement sans la *génération*, de la *contractilité* sans l'*innervation;* enfin ces deux dernières elles-mêmes peuvent exister encore alors que la génération et le développement ont cessé d'être. Mais nulle d'elles ne se manifeste dès que la nutrition a cessé; et nulle part l'*irritabilité* ou l'*irritation* ne se constate après la cessation de la nutrition. De même, si l'on fait disparaître expérimentalement l'innervation d'un nerf, la contractilité d'un muscle, la reproduction d'une cellule, etc., jamais l'irritation ne persiste. En sorte que toujours la suppression du mode (nutritif, évolutif, etc.) entraîne la disparition du genre (irritabilité) dont on a supposé l'existence. L'hypothèse *irritabilité* est donc complétement dénuée d'utilité, puisque ce prétendu genre (1) ne faisant qu'un avec les espèces qu'il était censé contenir, s'évanouit comme une vue subjective, sans valeur en face de la réalité connue.

Les termes *irritabilité*, *irritation*, et l'idée des *irritants* donnent une idée complétement fausse de phénomènes élémentaires, assez bien connus en eux-mêmes et dans leurs perturbations, pour qu'il ne soit plus nécessaire de faire intervenir

(1) « Je me suis attaché, dit Virchow, à montrer (*Archiv für pathol. Anat.*, 1858, vol. XIV) que par ces deux termes *irritation* et *irritabilité*, on doit entendre certaines activités des corps vivants; que le premier désigne les processus actifs provoqués par les irritants; le second les propriétés actives dont les irritants sollicitent les manifestations; j'ai établi enfin que ces activités sont de trois espèces bien distinctes, suivant que l'acte qui en résulte est un acte de nutrition, un acte de formation ou un acte purement fonctionnel. Je me suis donc bien gardé de présenter l'irritabilité comme *une* et *simple*, d'assigner une même cause à tous les phénomènes d'irritabilité. Au contraire, j'ai cherché à prouver que dans les corps vivants isolés ou les éléments (cellules), non-seulement il y a diverses espèces d'irritabilité, mais que dans un même élément, ce sont vraisemblablement des parties différentes qui en sont le substratum. » (Virchow, *loc. cit.*, 1868, p. 534.) Les pages précédentes qui reproduisent le travail (*Leçons sur les humeurs*, Paris, 1867, introduct., et *Revue des cours scientifiques*, 1868, n° 26) que M. Virchow critique, montrent que je ne lui ai pas fait dire qu'il considérait l'irritabilité comme *une* et *simple*. Mais la notion d'espèces multiples impliquant nécessairement la notion de genre, je me suis servi du mot *irritabilité* sans toujours la faire suivre d'adjectifs spécifiques (nutritif, *fonctionnel*, etc.), parce que cela n'était pas indispensable. Virchow a du reste lui-même fait ainsi, comme le prouvent les passages que j'ai déjà cités (en note, p. 614 et 621). Ces passages méritent, sous plusieurs autres rapports, d'être comparés à celui-ci, qui les précède dans son travail, car ils se contredisent en quelques points, à moins qu'il n'y ait eu erreur dans la traduction de l'allemand en français. Voyez pages 628 et 631, comment de l'irritation formative on fait dériver l'*irritation inflammatoire*, *suppurative*, puis l'*inflammation caséeuse* (Virchow) s'il s'agit d'expliquer le passage des éléments à l'état granuleux, etc.

dans leur interprétation autre chose que les loi mêmes, aujourd'hui déterminées, de tous leurs manifestations. Rien de plus dangereux que de vouloir illusoiremeut faire régir ces actes par cette nouvelle sorte de principe métaphysique qui ne fait que remplacer le *principe vital* des vitalistes purs ou l'âme immatérielle de Stahl et des animistes.

Il y a là une importation vicieuse, dans l'étude des propriétés végétatives de la notion des variations d'activité des propriétés animales en plus ou en moins, quant à la rapidité et à l'intensité, que plusieurs parties diverses peuvent offrir chacune à sa manière : ainsi tantôt ce sera la partie cérébrale présidant aux actes volontaires qui les manifestera le plus vite et le plus tôt, tantôt ce sera celle qui préside au langage, etc. En fait donc le mot *irritabilité* signifie un degré de suractivité de la névrilité dans telle ou telle partie du système nerveux, mais ce terme ne désigne pas une propriété distincte, immanente à toutes les espèces d'éléments de l'organisme vivant ; le mot irritation n'a donc aucune valeur en dehors de son sens primitif de l'action nerveuse exagérée, ou en d'autres termes, il n'y a pas d'irritation sans encéphale. Pour ceux qui, avec Virchow, ont fait sortir ces hypothèses de l'oubli dans lequel elles étaient si justement tombées, elles servent de moyens commodes et séduisants, pour expliquer tout, mais sans rien démontrer sur la nature réelle des phénomènes nutritifs, inflammatoires et autres, d'une observation et d'une comparaison difficiles (1).

(1) Si Broussais était notre contemporain, son vigoureux esprit scientifique serait certainement surpris de voir l'extension abusive et absolument métaphysique que font de sa doctrine les médecins qui se l'approprient aujourd'hui, et surtout ceux qui, à mesure que l'anatomie générale demande plus de méthode et de précision dans les applications qu'on en fait, substituent la notion d'*explication* à celle plus difficile de *démonstration*, comme si la réalité anatomique ne pouvait être connue. Tout *expliquer* n'est plus qu'un jeu pour qui sait dire habilement d'un tissu lésé, que, devenant le siége d'un *processus actif*, *l'irritation envahit ses cellules* qui *subissent* un *travail de nature irritative :* que le *processus irritatif* s'y produisant amène ici la transformation ou la dégénérescence graisseuse de leur *protoplasma* (*Gaz. méd.*, 1873, p. 118), c'est-à-dire des phénomènes chimiques (voy. p. 501) et qu'ailleurs il amène la *suractivité formatrice* avec *prolifération du noyau* se métamorphosant ou non ; mais il faut le dire, sous la plume de l'écrivain seulement, car dès qu'il s'agit de constater cette transmutation l'accord cesse (voy. p. 527, note 2, et p. 631 à 632), et l'observation montre que ceux qui la nient sont dans le vrai.

Remplaçant par cette entité la notion des conditions d'existence et d'activité de la matière organisée, ils laissent croire, depuis le titre jusqu'au texte de leurs écrits, que rien ne se fait sans l'*irritation* dans la génération, le développement et la nutrition de chaque tissu. Par là, on évite, il est vrai, l'obligation d'une analyse catégorique des conditions de texture, de circulation, etc., indispensable à la connaissance de la réalité en cette matière; mais cet échappement n'est qu'un leurre que la pratique rend plus sensible encore que la science. Mettant de côté toutes les données anciennes de la pathologie et toutes celles de la physiologie expérimentale moderne sur les nerfs vaso-moteurs qui relient si nettement les phénomènes dits d'*inflammation* à des troubles du cours du sang dans les capillaires, suivant eux, l'*irritation formative plus ou moins rapide est le fond de toutes les lésions inflammatoires dans cette hypothèse, et son processus aboutit aux néoplasies inflammatoires*, par suite exclusivement de la *prolifération* de tels ou tels des éléments d'un organe; alors, selon la nature du produit morbide observé, appelé *néoplasique*, elle est dite à son tour *irritation suppurative*, *hyperplasique*, etc., etc. Or, la prolifération d'un élément par un autre amenant la multiplication de ceux-ci en dehors de tout blastème, il est manifeste que la notion de blastème (voy. p. 13) se trouve nécessairement éliminée de ce système. Cependant, comme il n'est pas possible de repousser absolument l'admission des faits qui sont par trop évidents, on a admis une *inflammation sécrétoire* ou *exsudative*, particulière aux organes superficiels des tissus vasculaires ou non vasculaires, comme les séreuses, etc., comme le cartilage et la cornée; cas dans lequel l'*irritation inflammatoire* ne peut avoir pour point de départ que les cellules de ces organes : cellules qui sont alors le siége de l'exsudation versée à la surface du tissu dit enflammé.

Sans entrer ici plus avant dans les détails de cette question, il est indispensable de noter qu'il est un fait manifestement reconnu de tous et dont l'existence est facile à vérifier en dehors de toute vue hypothétique sur le mécanisme de la production de chaque élément anatomique considéré individuellement. Ce fait est celui de l'analogie des phénomènes de la génération

des éléments anatomiques depuis l'évolution fœtale jusqu'à l'état sénile, dans les conditions accidentelles et morbides proprement dites, aussi bien que dans l'état normal. Or, puisque à nulle époque la multiplication des éléments anatomiques n'atteint un degré de rapidité plus considérable que pendant la durée des phases embryonnaires, si l'*irritation formatrice* est dite le fond de toutes les lésions inflammatoires, et n'être autre qu'un *processus néoplasique*, il faut admettre que c'est dans l'embryon qu'elle atteint son *summum* et dans les plantes surtout. Quoi qu'il en soit, il reste certain que nul des fauteurs de l'hypothèse qui considère l'inflammation comme un vice de nutrition ayant son point de départ dans l'irritation cellulaire qui aboutit à la *néoplasie par prolifération des cellules*, nul d'entre eux n'a établi les différences de l'*irritation cellulaire* dans ce cas, comparativement à ce qui a lieu lors de la multiplication plus énergique encore des éléments chez l'embryon. Pour donner quelque valeur logique à ces suppositions, il faudrait donc admettre que l'*irritation* est une propriété générale de la matière organisée, dominant toutes les autres par son caractère d'universalité, qui, au *summum* de son intensité pendant la segmentation individualisante du vitellus et l'évolution embryonnaire et fœtale, viendrait recouvrer tout ou partie de son énergie dans certains cas dits d'*inflammation*, cas dont les conditions différentielles ne sont pas indiquées. En l'absence de ces indications, il restera toujours singulier de voir admettre comme essentiellement caractéristique de l'*inflammation* un pur et simple diminutif du fait de la multiplication des éléments anatomiques comparativement à ce que cette multiplication est dans l'embryon, alors que tout s'accorde pour montrer dans l'inflammation l'existence d'un trouble de la circulation capillaire, amenant des changements dans l'afflux des principes nutritifs des éléments anatomiques extra-vasculaires et l'exsudation de liquides hors des vaisseaux ; exsudation incontestable dans tout phlegmon, etc., que ces liquides aient ou non passé par l'épaisseur des éléments extra-vasculaires : tous phénomènes accompagnés ou suivis de la génération de tels ou tels éléments différents de ceux du tissu normal

ou semblables à eux, de modifications dans la structure intime des uns et des autres : phénomènes enfin variant incontestablement avec le degré de la vascularité de chaque tissu.

Là encore l'école médicale allemande actuelle suit, au point de vue des dogmes scientifiques servant de base à ses interprétations physiologiques et pathologiques, les errements de Broussais et de ses prédécesseurs. Seulement, le point de départ du phénomène étant une *irritation cellulaire*, c'est-à-dire *extra-vasculaire* au lieu de l'irritation vasculaire de Broussais, on remarque de plus cette singularité que le type de l'*inflammation* doit être cherché dans les tissus non vasculaires comme la cornée et les cartilages (voy. dans le chapitre précédent, p. 518, ce qui a déjà été dit sur ce sujet). En outre, dans les plantes aussi bien que sur les animaux, on voit *les tissus s'enfler subitement, les cellules croître rapidement, puis se diviser, et donner ainsi lieu à des productions accidentelles*, c'est-à-dire ce qui, suivant ces auteurs, caractérise l'inflammation survenant sous l'influence de l'*irritation aiguë des cellules*. D'où résulte que cette définition, pour éliminer de la notion d'inflammation celle de trouble *circulatoire initial* et d'*exsudation interfibrillaire des liquides* déterminant les états caractéristiques de *rougeur*, *chaleur*, *tumeur* et *douleur*, élimine toute donnée concernant ces attributs, toujours et très-exactement, considérés comme inséparables des perturbations de la circulation capillaire, amenant les troubles de la nutrition, du développement et de la reproduction appelés inflammation (1).

Il y a du reste, dans les explications de ce genre, un point dont on ne peut pas ne pas être frappé. C'est en se basant sur des expériences que divers médecins disent avoir démontré, *après Virchow et ses élèves*, que l'*irritation cellulaire, l'irritation des éléments anatomiques eux-mêmes, est le fait initial et fondamental de l'inflammation ; que l'inflammation consiste bien dans la suractivité nutritive et formative, qui s'empare des éléments figurés sous l'influence de l'irritation inflammatoire;* qu'*à mesure que l'irritation suppurative fait des progrès, les éléments multipliés deviennent libres et présentent*

(1) Voy. Ch. Robin, *Remarques touchant l'action des nerfs vaso-moteurs*, etc. (Journ. d'anat. et de physiol. Paris, 1867, in-8, p. 280).

les caractères des globules de pus; que *le tissu conjonctif est dans le cerveau*, comme ailleurs, *le point de départ de la néoplasie inflammatoire, d'une néoplasie des plus actives;* que *sous l'influence de l'irritation inflammatoire les corpuscules du tissu cellulaire* (voy. p. 116 et 338) *entrent en activité, se multiplient, soit par scission* (voy. la note p. 122), *soit par multiplication endogène*, et que *dans la forme suppurative, la prolifération cellulaire conduit très-rapidement à la formation des globules du pus* (1).

Or, les mêmes auteurs que leurs expériences ont conduit à de telles affirmations assurent, l'année suivante, que l'expérience leur prouve que les leucocytes sortent des vaisseaux, et que non-seulement ce sont eux qui donnent ainsi les globules de pus se montrant dans les produits inflammatoires, mais encore que hors de l'état d'inflammation, *le liquide nourricier ordinaire laisse passer dans les organes en voie d'accroissement un certain nombre de globules blancs qui peuvent être employés comme matériaux pour la néoformation* (2); ils *émigrent* et vont au loin pour se convertir ici en cellules épithéliales, soit de rénovation, soit cicatricielles, quand elles sortent hors du derme, ailleurs en cellules épithéliales des tumeurs profondes si c'est une cellule épithéliale qui vient à entrer en contact avec ces leucocytes hors des vaisseaux, ou enfin en toute autre sorte de

(1) Voy. Hayem, *Sur les diverses formes d'encéphalite*. Paris, 1868, in-4, p. 40, 67, 179 et 183-196, etc. Signalons que cette même néoplasie inflammatoire peut former du tissu conjonctif pour opposer une barrière au pus, et peut être cicatricielle ou *adhésive*. « L'encéphalite chronique consécutive offre des caractères absolument identiques dans tous les cas. Le tissu conjonctif est encore ici le point de départ de la *néoplasie inflammatoire* et celle-ci forme en se développant des kystes, des aréoles, des brides, des tractus de toutes sortes, elle est toujours et de même composition et de même origine. Les éléments nucléaires et cellulaires du tissu conjonctif se multiplient, la substance intercellulaire devient plus ou moins manifestement fibreuse... De nouveaux vaisseaux apparaissent et ainsi se trouve complétement formé un nouveau tissu qui tantôt comble les vides laissés par la destruction des parties, tantôt oppose une barrière à l'envahissement du pus. Nous voyons donc que dans le tissu cérébral les néoplasies réparatrices, c'est-à-dire l'*inflammation cicatricielle* se montre et se développe d'une façon complétement identique avec ce qu'elle est dans les autres tissus. » (*Ibid.*, pages 179-180.) Rappelons que déjà en 1807 Marandel pensait avoir établi qu'il y a « quatre ordres naturels d'irritations, désignés par les noms d'irritations : 1° *nutritive;* 2° *sécrétoire;* 3° *hémorrhagique*, et 4° *inflammatoire*. » (*Sur les irritations*. Thèse, Paris, 1807, in-4°, p. 87 à 116.)

(2) Rindfleisch, *Histologie pathol.*, trad. franç. Paris, 1873, in-8, p. 92, etc.

cellule, etc., selon l'influence des cellules anciennes sur ces leucocytes dits *cellules émigrées*, en voie de transformation (1).

Les proneurs de ces nouvelles suppositions ajoutent en outre que *rien n'établit d'une façon certaine la formation des globules de pus dans les éléments anatomiques des tissus; qu'au contraire l'apparition des globules de pus autour des vaisseaux est un fait qui paraît général* (voy. la note 2, p. 529); *qu'on ne pourrait trop faire ressortir l'importance du fait bien constaté et facile à vérifier de l'issue des globules blancs en nature au travers des parois des vaisseaux, même de veines relativement volumineuses. Le globule de pus n'est qu'un leucocyte déplacé. Du même coup un pareil fait ruine toute la théorie de Virchow en ce qui touche la suppuration, en ce sens que le pus ne peut plus être regardé comme une néoplasie inflammatoire, puisque ses éléments sortent tout formés des vaisseaux. Dans un certain genre d'irritations inflammatoires, les phénomènes circulatoires et les troubles de la nutrition sont tels qu'il se produit une exsudation purulente, c'est-à-dire contenant un nombre considérable de globules blancs du sang. La purulence, due au passage des globules blancs à travers les vaisseaux devient ainsi, dans l'histoire générale de l'inflammation, un mode particulier d'exsudation* (2).

(1) Voyez page 526. Ce sont les leucocytes qui reçoivent de ces auteurs les noms de *corpuscules migrateurs, jeunes cellules* et de *cellules embryonnales* toutes les fois qu'ils les rencontrent dans quelque tissu en voie de génération, de régénération ou de modifications accidentelles. Les cellules épithéliales, les médullocelles, les cellules fibro-plastiques et autres en voie d'évolution ou d'altération comptent encore parmi celles qu'ils nomment ainsi d'une manière générale et indéterminée, c'est-à-dire sans spécifier si la cellule dite *jeune cellule de formation* ou embryonnaire est *épithéliale* ou *médullaire*, etc., ni s'ils entendent parler des cellules appelées *embryonnaires* ou *blastodermiques* par les physiologistes (voy. p. 200). Il y a là une méconnaissance des méthodes anatomiques concernant la manière de déterminer la nature des éléments anatomiques d'une part, des tissus de l'autre, qui jette dans l'histologie une confusion sans égale (voy. Ch. Robin, *Programme du cours d'histologie*. Paris, 1870, in-8, préface, p. XIX).

(2) Hayem, *Sur la suppuration* (Compt. rend. et mém. de la Soc. de biol. Paris. in-8, 1869, p. 51-52). C'est sans aucune préoccupation de personne que je copie ces divers passages, car j'aurais pu emprunter à bien d'autres écrits les hypothèses contradictoires qu'ils expriment; mais j'ai dû citer ceux dans lesquels ces hypothèses sont le plus nettement affirmées. Confronter dans Cornil et Ranvier, *Manuel d'histologie pathologique*, 1869-1873, les pages 10 et 435, et la 1re édition à la 2e de *l'Histologie pathologique* de Rindfleisch.

Or ces assertions sont émises les unes et les autres avec la même aisance, sans aucune explication à propos de la seconde, sur ce qui a fait abandonner la première, sur ce que deviennent ici les *irritations cellulaire* et *suppurative*, la *multiplication endogène*, la *prolifération cellulaire* jadis formatrices des globules de pus jusque dans la cornée et les cartilages. De plus, rien n'est dit sur les données qui dans ces deux ordres d'expériences (toutes indiquées comme ayant été suivies attentivement), font considérer celles d'une année comme bonnes et celles de l'année précédente comme infirmées par les dernières; et cela non-seulement en ce qui touche des questions difficiles ou nouvelles, mais pour quelques-uns même sur ce qui regarde les plus simples, comme la constitution du *tissu cellulaire*, etc. Aussi en dehors de l'examen de la réalité qui contredit l'une et l'autre de ces affirmations, ce manquement aux nécessités de toute interprétation scientifique suffirait seul pour qu'involontairement on se tînt en garde contre l'une et l'autre. Établir la filiation entre les faits considérés comme nouveaux et ceux plus anciens auxquels ils s'ajoutent est une des nécessités de la science devant laquelle nul n'est libre d'échapper. Indiquer les causes qui font que l'on pense s'être trompé sur une série de faits, donnés antérieurement comme prouvés, est tout aussi indispensable.

En lisant certaines des interprétations de cet ordre, il semblerait qu'on voulût faire croire que l'anatomie générale n'a ni règle ni méthode, qu'elle ne peut rien prouver scientifiquement; il semble parfois qu'elles viennent d'auteurs qui ne pensent pas que le microscope puisse démontrer, par l'investigation directe, quelle est la nature réelle des objets et des phénomènes qui ont leur siége dans l'intimité des éléments anatomiques; il semble que l'histologie n'est prise que comme une sorte de procédé servant à donner, de ces choses, des *explications* auxquelles on n'avait pas songé jusque-là et pouvant en imposer, au moins à ceux qui se trouvent dans l'impossibilité de les soumettre au contrôle de l'observation.

Mais l'ingéniosité dans les explications n'est pas le but de la science. Il est d'arriver à la démonstration par épreuve et contre-épreuve que le cours naturel des choses est de tel ou

tel ordre dans chacune des conditions où se trouvent placés les objets étudiés. Quant à ceux qui n'y cherchent que ces explications ils se placent hors de son domaine. Quel que soit le nombre des objets examinés, ce nombre est tel, aussi bien que celui des variétés dans les arrangements réciproques des objets, qu'on peut toujours y trouver le moyen d'imaginer quelque hypothèse plus séduisante qu'une plus ancienne ; mais en procédant ainsi, ces hypothèses restent illusoires tant qu'elles ne reposent que sur l'examen de dispositions morphologiques au lieu de s'appuyer sur l'étude méthodique des caractères chimiques, de structure, etc., qui permettent de distinguer les uns des autres les éléments d'espèces diverses et les divers âges de chacun. Ce qui prouve du reste leur peu de solidité, c'est précisément la rapidité avec laquelle chacune de ces suppositions expliquant tout (voy. la note, p. 627), succède à celles qu'elle renverse; et pourtant chacune à son arrivée avait été pronée hautement comme une découverte rénovatrice, dont la valeur ne pouvait être mise en doute que par des esprits incapables ou manifestement hostiles à tout progrès. Il faut donc reconnaître ici comme dans toute autre branche de la science, que si l'invention part d'une hypothèse ou préconception, celle-là n'est réalisée que lorsque la raison a conduit à l'établir par une série d'expériences justifiant la validité de celle-ci par épreuve et contre-épreuve. Il ne faut pas oublier non plus que c'est aussi du progrès et une marque de connaissance que de savoir examiner une généralisation avant de l'accepter; que de savoir la repousser même quand, dans l'anatomie générale par exemple, ses méthodes rigoureuses, procédant de celles des sciences déjà mieux définies, montrent que cette supposition constitue une hypothèse reposant sur des faits inexacts ou mal interprétés. Il faut reconnaître enfin que c'est aller contre le développement de toute science que de prendre pour appui, dans l'interprétation des faits observés, des théories non justifiées, quelque hardies qu'on les dise.

FIN.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

P

R

S

T

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2.

